

## Определение параметров технологической характеристики процессов среднего и мелкого дробления.

На основании технологической характеристики процесса дробления, предложена методика подбора поправочных коэффициентов, которые зависят от крупности частиц исходного сырья, что соответствует зависимости прочности частиц от их крупности.

На основі технологічної характеристики процесу дроблення, запропонована методика підбору поправочних коефіцієнтів, які залежать від крупності частинок сировини, що відповідає залежності міцності частинок від їх розміру..

On the basis of the technological characteristic of the process of crushing, the procedure of the selection of the correction indexes, which depend on the coarseness of the particles of the source material, which corresponds to the dependence of the strength of particles on their coarseness, is proposed.

Процесс разрушения является достаточно сложным и поэтому для его количественного анализа предлагались различные гипотезы [1], оформленные в виде уравнений, которые связывали интегральные характеристики входного и выходного потоков материала. Попытки улучшить сходимость результатов такого моделирования и экспериментальных данных сводились к появлению дополнительных коэффициентов в формулах моделей [2].

Некоторые исследования измельчительного процесса [3] показали, что количество энергии, необходимое для разрушения материала зависит от его размера так, чем меньше кусок материала, тем больше необходимо подвести энергии. Причем, зависимость эта существенно нелинейная. На этом основании был сделан вывод, что аналитическое описание разрушительного процесса должно осуществляться на микроуровне, т.е. отслеживать процесс разрушения отдельного куска известного размера.

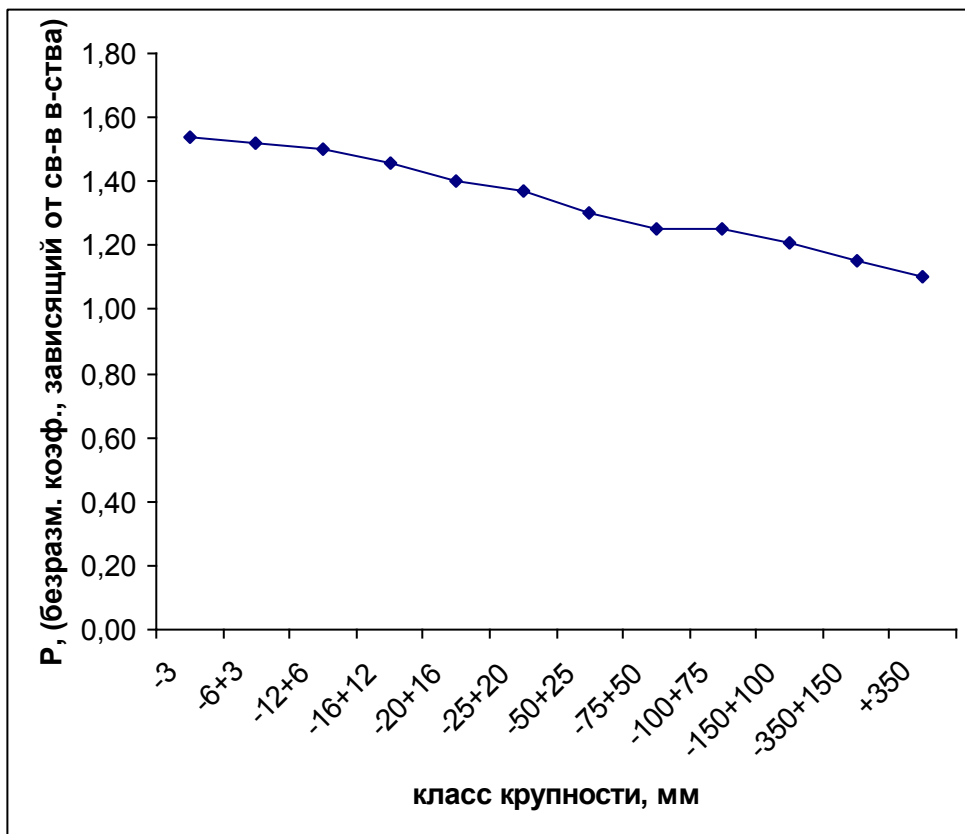
Визуальные наблюдения за разрушением отдельных кусков [4] дали основание выдвинуть гипотезу предполагаемой закономерности распределения образуемых осколков по крупности.

В точке приложения разрушающей нагрузки образуются осколки весьма малого размера. По мере удаления от этой точки происходит увеличение размеров осколков. Эта закономерность близка к геометрической прогрессии

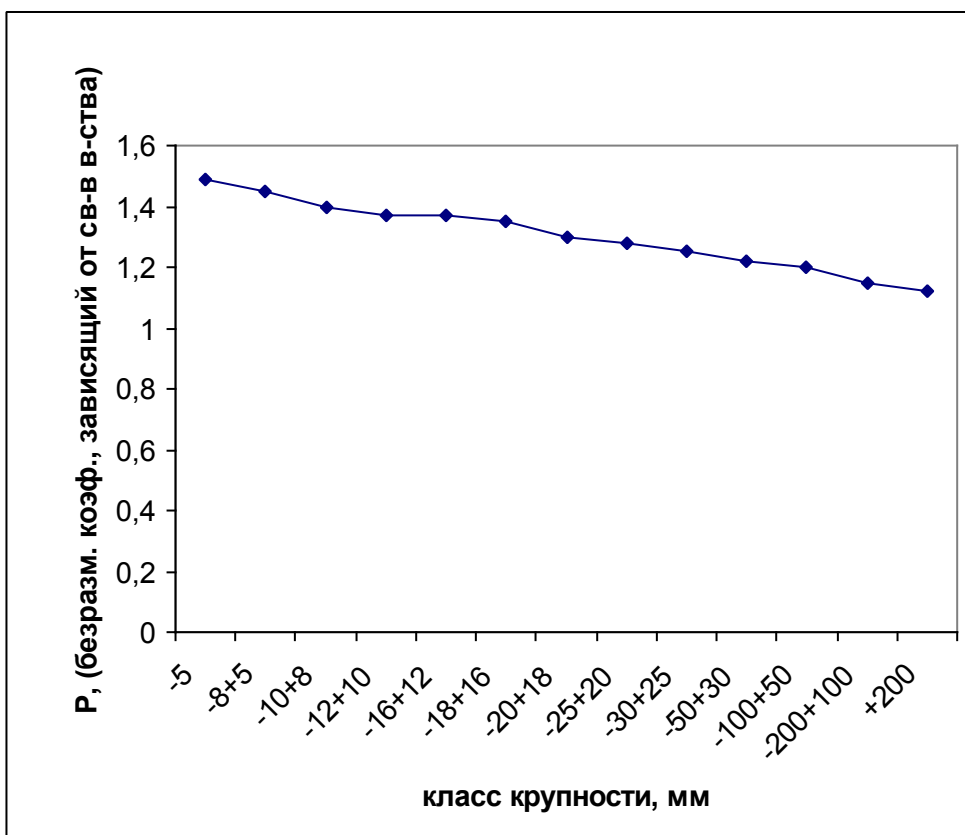
[5], т.е. можно выделить некоторые уровни  $i$  распространения волн разрушения и сопоставить с этими уровнями размер получаемых осколков  $d_i$ :

$$d_i = d_{i-1} p^i, \quad (1)$$

где  $p > 1$  множитель, учитывающий упругие свойства частицы и способ приложения разрушающей силы (**множитель разрушения**).



а



б

Рис.1 График зависимости изменения множителя разрушения от размера разрушаемого куска:

а – НКГОКа

б – Михайловского ГОКа

Таким образом, если известна функция распределения частиц по крупности на входе измельчения  $f_{вх}(d)$ , то с помощью соотношения (1) можно определить функцию распределения частиц по крупности на выходе  $f_{вых}(d)$ .

Для решения такой задачи анализа необходимо определить множитель  $p$ .

Первым и очевидным способом может быть экспериментальный, алгоритм которого заключается в подборе параметра  $p$  до тех пор, пока не будет удовлетворительного совпадения экспериментальной функции  $f_{вых}^*(d)$  с расчетной  $f_{вых}(d)$ . Численное моделирование технологической характеристики дробления в соответствии с методикой, изложенной в работе [5], дало возможность оценить пределы изменения множителя разрушения:  $1.01 < p < 1.6$ . А подбор его значения для каждого класса крупности привел к зависимости изменения  $p(d_0)$  (рис.1)

В результате количество множителей  $p(d_i)$  столько, на столько классов крупности разбит диапазон изменения крупности кусков, т.е. их количество не фиксировано. Кроме того, каждый узкий класс крупности, получаемый на выходе дробления, складывается из осколков, получаемых из множества кусков большей крупности. Поэтому аналитически определить множители  $p(d_i)$  не представляется возможным. Единственным подходящим способом является численный. Для этого задавшись сразу вектором значений  $\overline{p(d)}$  и вычислив функцию  $f_{вых}(d)$  производим сравнение с экспериментально полученной  $f_{вых}^*(d)$ .

После этого вычисляется критерий  $\chi^2$  - Пирсона, и если  $\chi^2 > \chi^2_T$ , то корректируют значения множителей и снова вычисляют  $f_{вых}(d)$ .

Такой расчет повторят до тех пор, пока не станет справедливым условие  $\chi^2 < \chi^2_T$ .

Корректировку значений множителей целесообразно проводить методом случайного поиска, т.к. вид функции  $f_{вых}(d)$  заранее известен.

Учет изменения прочностных свойств сырья от размера кусков дал удовлетворительное соответствие экспериментальное и теоретическое выходных функций распределения  $f_{вых}(d)$  (табл.1,2). Дополнительная проверка этого соответствия по критерию Пирсона

$\chi^2_T = 4$ ,  $\chi^2_9 = 0,9$  подтвердила выдвинутое предположение.

сырья (новый пласт руды) необходимо провести только одно опробование.

Также, как видно из рис. 1 (а и б), функцию изменения множителя разрушения  $p$  от размера разрушаемых кусков можно интерполировать линейной зависимостью вида  $y = ax + b$ , так для случаев а) и б) такая зависимость имеет вид:  $y = -0.002x + 1.364$ ; и  $y = -0.001x + 1.418$ ; соответственно. Дальнейшее развитие вопроса расчета технологической характеристики дробления, предполагает нахождение зависимости (закона) коэффициента разрушения  $p$  от физических свойств сырья (а именно, статического коэффициента предела прочности), что позволит определять его аналитически

и, соответственно практически полностью автоматизировать расчет технологической характеристики процесса сокращения крупности. В этом

**Таблица 1. Сравнительные результаты работы КСД ДФ-1 НКГОКа и разработанного алгоритма.**

Классы крупности, мм	Питание КСД	Разгрузка КСД	Расчетные данные
+350	4,20	-	-
-350+150	4,50	-	-
-150+100	12,80	-	-
-100+75	14,30	14,1	13,79
-75+50	12,60	14	14,24
-50+25	12,30	21,1	21,01
-25+20	8,20	11,8	10,90
-20+16	11,70	13,9	14,22
-16+12	6,00	7,10	9,11
-12+6	7,20	8,4	7,56
-6+3	3,10	5	5,05
-3	3,10	4,6	4,12
Итого	100,00	100,00	100,00

**Таблица 2. Сравнительные результаты работы КСД Михайловского ГОКа и разработанного алгоритма.**

Классы крупности, мм	Питание КСД	Разгрузка КСД	Расчетные данные
+200	2,20	-	-
-200+100	30,90	-	-
-100+50	31,00	7,1	8,12
-50+30	16,20	30,7	30
-30+25	6,90	16,1	15,99
-25+20	6,70	14,6	15,1
-20+18	1,90	4,2	3,99
-18+16	1,80	5	5,34
-16+12	1,50	7	7,58
-12+10	0,20	2,1	2,5
-10+8	0,10	3,1	2,88
-8+5	0,10	3,4	2,41
-5	0,50	6,7	6,09
Итого	100,00	100,00	100,00

случае необходимо будет определять только статический предел прочности для заданного материала (руды).

Таким образом, теоретический расчет технологической характеристики

дробления должен учитывать зависимость прочностных свойств кусков полезного ископаемого от их размера.

#### Список литературы:

1. Андреев С.Е., Перов В.А., Зверевич В. В. Дробление, измельчением и грохочение полезных ископаемых. М. Недра, 1966-395с.
2. Справочник по обогащению руд. В 3-х томах. Т.1. Подготовительные процессы. М. Недра, 1978, с.448.
3. Иванов А.Н. Научное обоснование и создание высокоэффективных процессов измельчения в помольном агрегате с трубной мельницей на принципе селективности. Дис. на соискание уч. степ. д-ра техн. наук, Харьков, 2006, 326с.
4. Schubert H. Aufbereitung fester mineralischer Rohstoffe. Band 1, Deutscher Vorlag für Grundstoffsindustrie, Leipzig, 1978.
5. Младецкий И.К., Томурка В.С., Литвиненко С.Н. . Исчисление функции распределения осколков по крупности при разрезании отдельного куска полезного ископаемого. Научно-технический сборник "Обогащение полезных ископаемых" №21 2005г.