

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ КОНСТРУКТИВНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ИЗМЕЛЬЧАЮЩИХ ВАЛКОВ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ (HPGR) ДЛЯ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ РАЗЛИЧНОГО СОСТАВА

Ефимов Д.А. Email: Efimov690@scientifictext.ru

*Ефимов Денис Александрович – студент,
кафедра обогащения полезных ископаемых, факультет переработки минерального сырья,
Санкт-Петербургский горный университет, г. Санкт-Петербург*

Аннотация: использование валковых прессов увеличивает эффективность многих процессов в переработке различных руд. Они позволяют снизить энергетические затраты и расход материалов при дроблении руд. Измельчение в валковом прессе достигается преимущественно за счет давления, которое частицы материала передают друг другу, а не за счет сжатия отдельных частиц между рабочими валками. Тем самым проведение технологического анализа конструкций является важным аспектом для эксплуатации HPGR.

Ключевые слова: минеральное сырье, HPGR, измельчение, угол захвата, геометрия конструкции.

TECHNOLOGICAL ANALYSIS OF THE DESIGN FEATURES OF HIGH PRESSURE GRINDING ROLLS (HPGR) FOR GRINDING MINERAL MATERIALS OF VARIOUS COMPOSITIONS

Efimov D.A.

*Efimov Denis Aleksandrovich – Student,
DEPARTMENT OF MINERAL PROCESSING, DEPARTMENT OF MINERAL PROCESSING,
ST. PETERSBURG MINING UNIVERSITY, ST. PETERSBURG*

Abstract: the use of roller presses increases the efficiency of many processes in the processing of various ores. They can reduce energy costs and material consumption during ore crushing, resulting in increased profitability and competitiveness of the industry. Grinding in a roller press is achieved mainly due to the pressure that the particles of material transfer to each other, and not due to the compression of individual particles between the work rolls. Thus, structural analysis of structures is an important aspect for the operation of HPGR.

Keywords: mineral raw materials, HPGR, grinding, capture angle, design geometry.

УДК 622.732.4

Основным рабочим элементом HPGR является пара встречно вращающихся измельчающих валков. Каждый валок состоит из массивного стального вала и футеровочного бандажа. Валы монтируются в блоки сверхмощных подшипников качения, которые в свою очередь устанавливаются в корпусную раму машины, способную выдерживать высокие динамические нагрузки. Давление подается к блоку подшипников одного из валков посредством гидропневматической нагнетательной системы, в то время как блок второго валка неподвижно закреплен в корпусной раме. Каждый валок оснащен собственным электроприводом, передающим вращение на вал через понижающий редуктор. Скорость вращения валков может быть, как постоянной, так и переменной в зависимости от технологических особенностей процесса. Во втором случае привода дополнительно комплектуются частотными преобразователями питающего напряжения.

Основным фактором, определяющим эксплуатационные затраты и КИО, является совершенство футеровочного бандажа.

Различные типы поверхностей были разработаны для различных условий работы, но настоящим прорывом стала технология интеграции сверхтвердых штифтов, являющаяся доминирующей в случаях работы на абразивных рудных материалах. Штифты производятся из карбида вольфрама и имеют высочайшую износостойкость. Более мягкая сталь тела бандажа защищается самофутерующим слоем рудного материала, образующимся между штифтами, в результате чего ее износостойкость значительно повышается. Такого рода конфигурация футеровочных бандажей позволяет достичь наиболее высокого срока службы при максимальных производительностях.

Машины классифицируются по типоразмерам в соответствии с внешним диаметром валка, который для выпускаемых в настоящее время ИВВД варьируется от 0,8 до 2,8 метра. Производительность варьируется от 50 до 3000 т/ч. Типичное усилие гидропневматической нагнетательной системы регулируется в пределах от 2000 до 20000 кН, что соответствует давлению в рабочей зоне между валками в 80 - 300 МПа, в то время как предел прочности на сжатие для абсолютного большинства руд и минералов лежит в диапазоне от 50 до 280 МПа.

В рабочей зоне измельчающих валков высокого давления могут быть реализованы два механизма разрушения. В условиях, где максимальный кусок питания машины не превышает рабочей ширины щели между валками (рис. 1), реализуется межчастичное дробление в сжатом слое. В случаях наличия более крупных кусков (рис. 1) они захватываются непосредственно поверхностями футеровочных бандажей, что приводит к их преддроблению до входа в зону сжатия. В зоне сжатия происходит образование уплотненного слоя материал, что приводит к резкому росту его насыпной плотности. Типично плотность слоя достигает 70-85% истинной плотности материала.

С учетом вышеописанного рабочую зону ИВВД можно условно разделить на два пространства: зону преддробления и зону сжатия, геометрия которых определяется следующими углами захвата.

Типично рабочая ширина щели составляет 2-3% от диаметра валка, в соответствии с чем кусок лишь до 1,5 раза превышающий рабочую щель может быть захвачен в зону сжатия. Попадание кусков большего размера приводит к разведению валков и разрыву зоны сжатия, что существенно снижает эффективность разрушения.

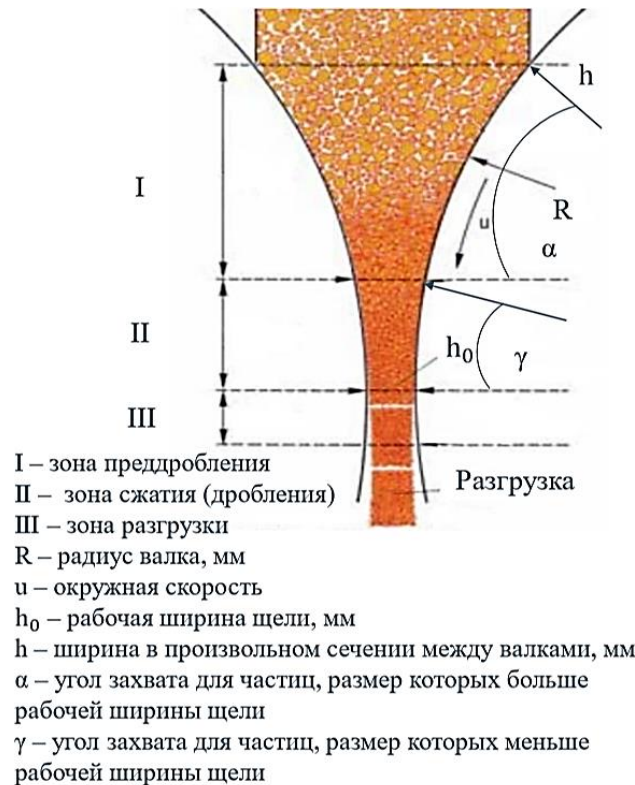


Рис. 1. Механизм разрушения частиц

Анализируя механизм разрушения частиц и геометрию конструкции, можно заметить, что угол захвата α , для частиц, размер которых больше рабочей ширины щели, определяется как:

$$\cos(\alpha) = \frac{R - (h - h_0)}{R}$$

Экспериментальным путем установлено[1]:

$$\cos(\alpha) = 1 - \left(\frac{x_{\max}}{h_0} - 1 \right) \frac{h_0}{2R}, \quad x_{\max} - \text{максимальный размер куска в питании.}$$

Зависимость между теоретическим и экспериментальным углом захвата будет определяться выражением:

$$h = kh_0, \quad \text{где } k = \frac{1}{2} \left(\frac{x_{\max}}{h_0} + 1 \right)$$

Угол захвата α , для частиц, размер которых больше рабочей ширины щели, определяется как:

$$\cos(\gamma) = \frac{R - (h - h_0)}{R}$$

Экспериментальным путем установлено[1]:

$\cos(\gamma) = 1 - \left(\frac{\delta}{\varepsilon} - 1 \right) \frac{h_0}{2R}$, где δ – насыпная плотность уплотненного материала в зоне сжатия, ε – насыпная плотность материала в питании.

Зависимость между теоретическим и экспериментальным углом захвата будет определяться выражением:

$$h=qh_0, \text{ где } q=\frac{1}{2}\left(\frac{\delta}{\varepsilon}+1\right)$$

В результате технологического исследования конструктивных особенностей измельчающих валков высокого давления для измельчения минерального сырья различного состава, была проанализирована и математически описана их рабочая зона, установлена взаимосвязь между теоретическим и экспериментальным углом захвата, введены коэффициенты, определяющие принципиальную взаимосвязь между теоретическим и экспериментальным углом захвата.

Список литературы / References

1. *Mular Andrew L., Roshan Boman Bhappu.* Mineral Processing Plant Design // Society of Mining Engineers of the American Institute of Mining, Metallurgical, and Petroleum Engineers, 1978. P. 636-651.