

**ВЛИЯНИЕ ДИАМЕТРА БАРАБАНЫХ МЕЛЬНИЦ НА
ПРОЦЕССЫ МОКРОГО САМОИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ЖЕЛЕЗНЫХ РУД**

Наведені статистичні залежності впливу розмірів барабаних млинів самоподрібнення залізних руд на кількість утворююмого в них тонкого класу, галі та скрапу.

**INFLUENCE OF THE DIAMETER OF DRUM MILLS ON THE
PROCESSES OF WET AUTOGENOUS GRINDING IRON ORE**

These statistical dependence effect size drum mills samopodribnennya iron ore on the number utvoryuyemoho them thin class, gallium and scrap.

В процессе разработки железорудных месторождений периодически возникает вопрос о замене установленного оборудования новым – более производительным. Для процессов измельчения самым простым способом повышения производительности является увеличение размеров мельниц.

Предварительный расчет производительности новых барабанных шаровых мельниц на стадии не составляет труда. Он базируется на общепринятой достоверной статистической зависимости [1] между производительностью мельницы по заданному классу крупности q (как правило меньше 71 мкм, или меньше 44 мкм), внутренним диаметром мельницы D и ее длиной L

$$q \sim LD^{2.5} \quad (1)$$

и обеспечивает достаточную точность прогноза.

Иначе обстоит дело при оценке производительности новых мельниц самоизмельчения. Для ее расчета статистической зависимости (1) не достаточно. Самоизмельчение железных руд осуществляется в две, или три стадии. Мельница в каждой стадии выдает 2 продукта – мелкую фракцию, размером примерно 0,1 мм и крупную – до 50 мм.

Мельница первой стадии самоизмельчения получает исходную руду, крупностью до 300 мм и скрап из мельницы второй, или третьей стадии крупностью до 20 мм, а выдает рудную гальку крупностью 20 – 60 мм и промпродукт (пески) крупностью 0 – 0,2 мм.

Мельницы второй и третьей стадии получает рудную гальку и пески, а выдает кроме доизмельченных песков скрап, возвращаемый в головную мельницу.

Без оценки влияния размеров барабана на скорость образования рудной гали в головных мельницах, и скорость ее измельчения в мельницах второй стадии невозможно правильно выбрать мельницы по стадиям – одна из них будет недогружена. А таких зависимостей до настоящего времени не установлено.

Для анализа характера образования рудной гали в первой стадии, и ее измельчения во второй стадии наш институт использовал базу данных мо-

ниторинга режимных и технологических параметров самоизмельчения, накопленную в период выполнения хозяйственных договоров с ОАО «Лебединский ГОК» (РФ).

Лебединский ГОК перерабатывает руду одного месторождения мельницами разных размеров. 8 технологических секций оборудованы в первой стадии мельницами ММС – 70, диаметром 7 м, а во второй стадии – МРГ 40х74, диаметром 4 м. 13 технологических секций оборудованы большими мельницами – ММС-90 диаметром 9 м в первой стадии, и МРГ 55х75, диаметром 5,5 м – во 2 стадии.

Данные переработки одинаковой руды мельницами разных размеров, которые работали в обычном производственном режиме, позволили установить статистические закономерности влияния размеров мельниц на параметры образования и измельчения рудной гали.

Результаты опробований и головных мельниц ММС, и доизмельчающих МРГ анализировались по единой методике. На первом этапе анализировалось влияние диаметра мельниц на их производительность по готовому классу.

Для ММС *готовый класс* Q_{-44} определялся по сливу классификатора, для МРГ – по сливу гидроциклонов. В связи с тем, что в большинстве опробований крупность слива гидроциклонов была указана по классу -0,071 мм, на графике для МРГ приведена зависимость для Q_{-71} . Эта зависимость более представительна по количеству точек, а ее характер полностью совпадает с зависимостью для Q_{-44} .

В качестве *нагрузки по питанию* для ММС принималась производительность по исходной руде Q_p без учета выводимой гали и ее намола в МРГ, а для МРГ – производительность по концентрату 1 стадии магнитной сепарации $Q_{к1с}$.

Статистический анализ показал, что влияние диаметра мельниц самоизмельчения на их производительность по готовому классу хорошо согласуется с зависимостью (1).

Для МРГ показатель степени равен 2,52, а для ММС – 2,79. Т.е.

$$q \sim LD^n \quad (2)$$

где $n = 2,79$ для ММС и $n = 2,52$ для МРГ.

Достоверность зависимости (2) можно проиллюстрировать графически.

На рис.1 представлены зависимости производительности головных мельниц ММС по готовому классу (т/ч) от общей производительности по руде (т/ч) за вычетом выводимой с секции гали, но с учетом возвращаемого в головную мельницу скрапа мельницы МРГ.

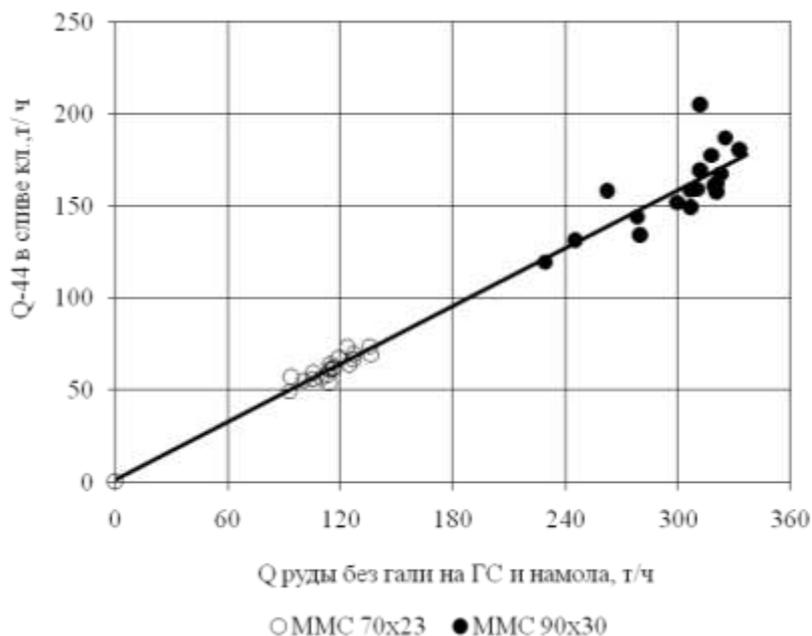


Рис. 1 – Связь производительности головных мельниц самоизмельчения по классу – 0,044мм с их общей производительностью.

Точки группируются в две четко очерченные области, соответствующие разным размерам мельниц (диаметром 7 и 9 м). Области смещены друг относительно друга, как по горизонтали, так и по вертикали. Их взаимное расположение характеризует влияние размера мельниц, а разброс точек внутри каждой области – влияние свойств руды и технологических параметров процесса.

На рис.2 представлены зависимости удельных значений производительности головных мельниц ММС по готовому классу от общей производительности по руде относительно величины $LD^{2,79}$ по формуле (2).

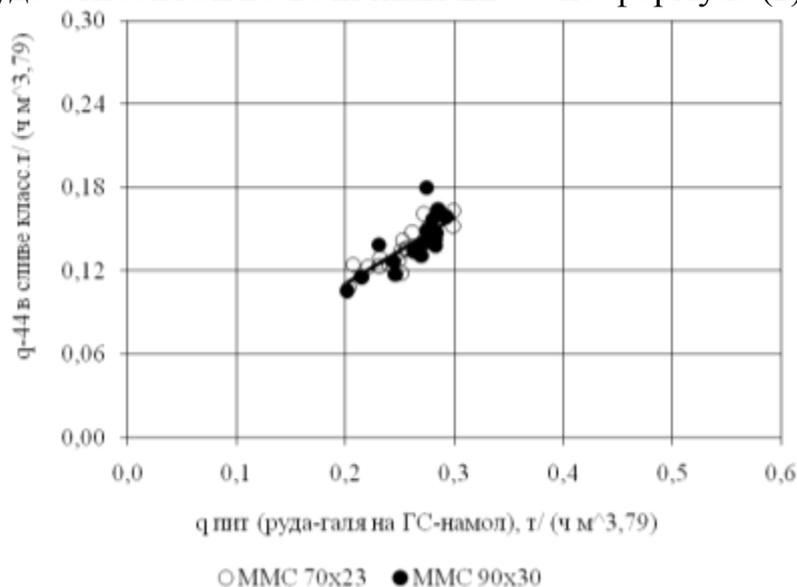


Рис. 2 – Связь удельной производительности головных мельниц самоизмельчения по классу – 0,044мм с их общей удельной производительностью.

График показывает практически идеальное совмещение областей точек для мельниц разных размеров, а значит и достоверность определения удельных показателей измельчения песков по формулам (2). Для мельниц МРГ второй стадии самоизмельчения картина совершенно аналогичная, поэтому соответствующие графики в этой статье не приводятся.

Вывод о справедливости общепринятой формулы расчета удельной производительности по готовому классу (2), разумеется, не являлся целью проведенного анализа. Основной его результат – подтверждение надежности экспериментальной базы данных и методов ее обработки. Это позволяет обоснованно применять их при анализе образования рудной гали на первой стадии и ее измельчения во второй стадии.

Аналізу подвергались следующие величины – галя в разгрузке ММС, галя, выводимая из цикла измельчения в головных мельницах, галя в питании МРГ (т/ч), скрап, выводимый из цикла доизмельчения в мельницах МРГ. Влияние возврата скрапа на производительность ММС количественно установить не удалось из-за недостаточной базы данных.

Выяснилось, что потоки гали и скрапа зависят не от объема барабана мельниц, а от других параметров, причем, степень влияния диаметра различна для ММС и МРГ.

Количество гали в разгрузке ММС определяется произведением длины мельницы на диаметр барабана в степени 1,79.

$$q_{ГММС} \sim LD^{1,79} \quad (3)$$

На рисунках 3 и 4 представлены зависимости общего и удельного (отнесенного к величине $LD^{1,79}$) количества гали, поступающей через решетку в разгрузку ММС.

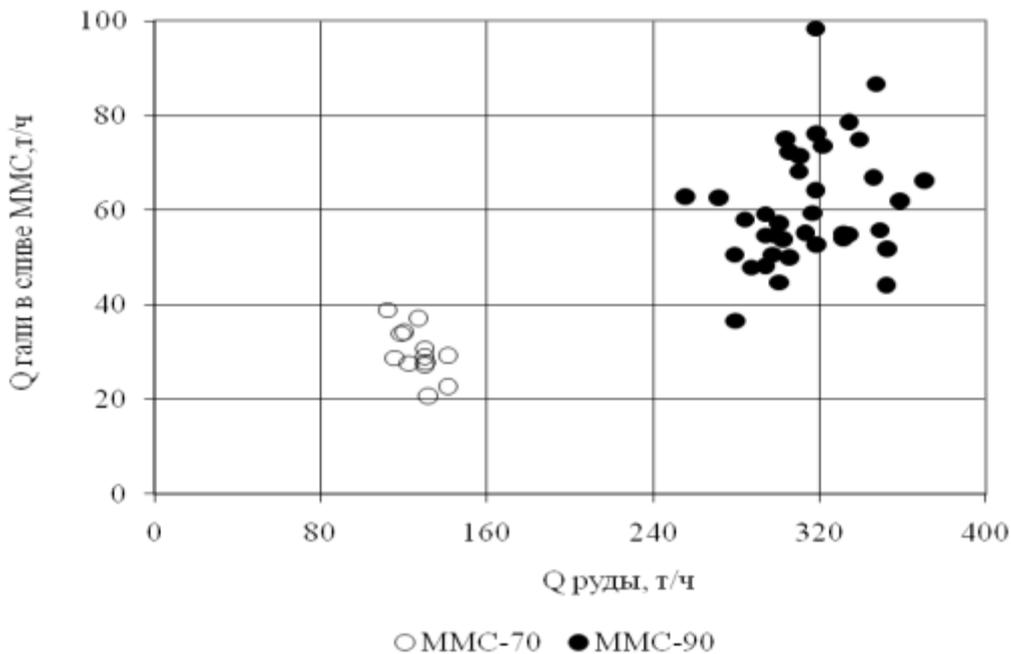


Рис. 3 – Связь производительности головных мельниц самоизмельчения по классу – 0,044мм с их общей производительностью.

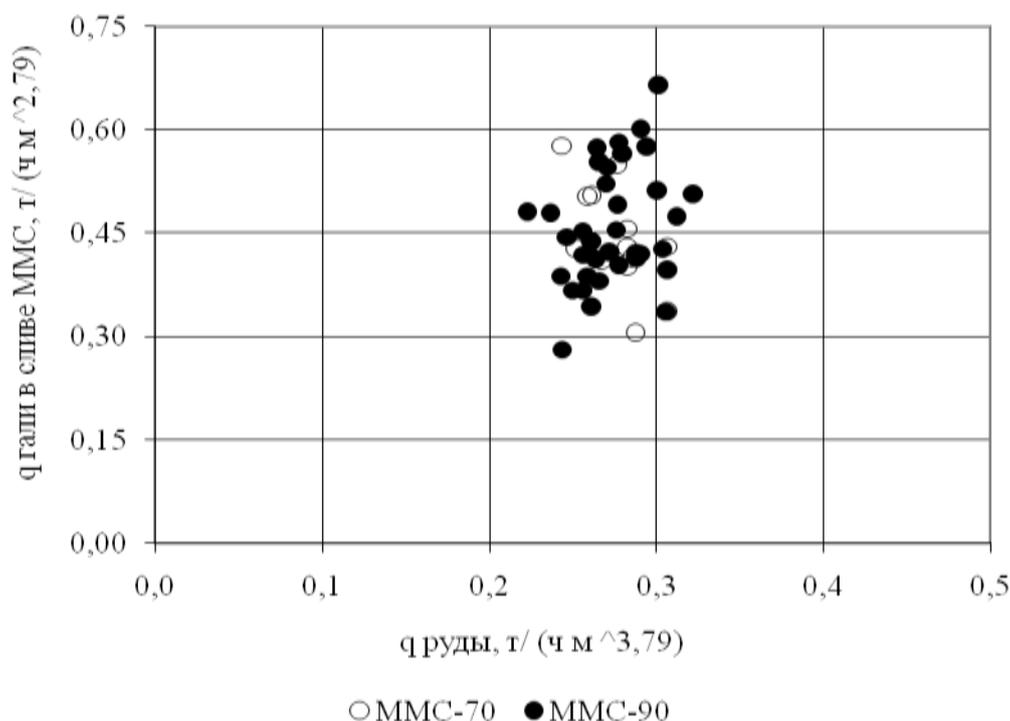


Рис.4 – Связь удельного количества гали в разгрузке ММС с ее удельной производительностью.

Четко очерченные области точек для мельниц разных размеров на рис.3 практически точно совмещаются при переходе к удельным показателям на рис.4. Весьма интересно, что дробная часть в показателе степени (2,3) одинакова.

Важным моментом является то, что формула (3) относится не к количеству гали, направляемой в мельницу МРГ второй стадии, а к количеству гали, выгружаемой из мельницы ММС первой стадии. Часть этой гали снова возвращается в питание той же головной мельницы ММС.

Количество гали $Q_{г\text{ МРГ}}$ в питании мельницы второй стадии самоизмельчения МРГ зависит от диаметра мельницы в степени 3,02, а количество скрапа $Q_{с\text{ МРГ}}$, возвращаемого из разгрузки этой мельницы в первую стадию зависят от диаметра мельницы в степени 2,98, т.е.

$$Q_{г\text{ МРГ}} \sim LD^{3,02} \quad (4)$$

$$Q_{с\text{ МРГ}} \sim LD^{2,98} \quad (5)$$

Степень совпадения областей точек удельных значений гали и скрапа в мельницах МРГ разных размеров практически не отличается от картины на рис.4, поэтому соответствующие графики здесь не приводятся.

Учитывая, что разница во втором знаке показателей степеней для производительности по тонкому классу (2), гале и скрапу (3,4) в мельницах МРГ второй стадии самоизмельчения весьма мала и почти не отличается от аналогичного показателя в общепринятой формуле (1), для мельниц МРГ можно с достаточной точностью записать

$$Q_{-44 \text{ МРГ}} \sim LD^{2.5} \quad (6)$$

$$Q_{\text{Г МРГ}} \sim LD^3 \quad (7)$$

$$Q_{\text{с МРГ}} \sim LD^3 \quad (8)$$

Формулы (6-8) описывают потоки расчетного тонкого класса, гали и скрапа в мельнице второй стадии самоизмельчения МРГ. Поток расчетного тонкого класса в мельнице первой стадии ММС определяется (2) при $n = 2,79$, а поток гали в разгрузке ММС – формулой (3).

Использование этих зависимостей позволяет существенно повысить надежность расчетных оценок технологических параметров при проектировании обогатительных секций самоизмельчения железных руд.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Справочник по обогащению руд: Специальные и вспомогательные процессы / О. С. Богданов, В. И. Ревнивцев [и др.] – М.: Недра, 1983. – С. 74 – 77.

УДК 622.016.63

Инженеры В.А.Амелин, Б.В.Васильев,
Л.В.Амелина, Т.Г.Войтович
(ИГТМ НАН Украины)

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ ГИПСОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ В СЛОЖНЫХ УСЛОВИЯХ

Виконано визначення раціональних параметрів камер і ціликів на гіпсових шахтах

TECHNOLOGICAL PARTICULARITY OF MINING GYPSUM FIELDS IN COMPLICATED CONDITION

Appointed of rational parameters of chambers and pillars on the gypsum mine are implemented

Отработка мощных пластов гипса ведется камерно-столбовыми системами с неограниченно долгим поддержанием выработанного пространства для повторного их использования как уникальных подземных сооружений. Анализ показывает [1-3], что линейные размеры пролетов камер и целиков при разработке месторождений в зависимости от свойств пород и мощности пластов изменяются в больших пределах: пролеты камер – от 7 до 17 м, а высота целиков варьирует от 3 до 40 м. При этом минимальные сечения камер составляют 30-70 м², средние – 150-200 м², достигая в максимуме – 500-700 м². Сложные горно-геологические и гидрологические условия, высокая литологическая и механическая неоднородность пород, влияние технологических и реологических процессов на состояние вмещающих пород, может привести к расслоению и обрушению защитных предохранительных пачек потолочин камер, деформированию, а иногда и к разрушению целиков. Эти факторы являются основными при выборе рациональных параметров камер и целиков.

По данным геологоразведочных работ продуктивная толща Бебьяевского ме-