

нию сжатого воздуха P , самые высокие значения вектора вибросмещения $d=4,9$ мм (вариант «б»), а самые низкие $d=0,064$ мм - вариант «в». В вариантах «а», «б», «в», «г», «д» сохраняется соотношение $d'' < d'$.

Для сравнения вариантов, представленных на рисунке, целесообразно применить показатель изменения вектора вибросмещения K_d

$$K_d = \frac{d_{\max i}}{d_{\max б}}$$

где $d_{\max i}$ - максимальные расчетные значения вектора вибросмещения в спектре частот до 1000 Гц во всех вариантах при давлениях от 0,1 до 0,5 МПа; $d_{\max б}$ - максимальное расчетное значение вектора вибросмещения в том же спектре частот для варианта «б» при соответствующем давлении.

Анализ результатов исследований показал, что от контакта наконечника с угольным блоком амплитуда вектора вибросмещения снижается в 5...8 раз при боковом расположении вибратора. При расположении ПВП в хвостовой части индентора (вариант «а») d_{\max} оказывается в 20 раз ниже, а от контакта - в 70 раз ниже, чем при варианте «б».

Таким образом, при контакте наконечника с угольным блоком потери энергии механических колебаний очень велики и при наиболее выгодном боковом расположении ПВП составляют не менее 50 %, а по амплитуде вибросмещения - 80 % по сравнению с исходным положением.

Расположение вибратора в хвостовой части индентора является нерациональным с точки зрения потерь, которые при контакте наконечника с угольным блоком по энергии механических колебаний в среднем в 2 раза больше, а по амплитуде вибросмещения в 10 раз, чем при боковом расположении ПВП.

Величина выявленных потерь от контакта наконечника с угольным массивом доказывает необходимость значительного увеличения мощности и улучшения технической характеристики вибратора для безбурового образования шпуров. Окончательное принятие решений по этому вопросу может быть сделано после проведения исследований по внедрению индентора в угольный блок (массив) и установления потерь энергии с глубиной погружения.

УДК [662.778:621.928]:622.341.1

А.М. Туркенич, Р.С. Улубабов,
Л.Ф. Мостипан

РАСЧЕТ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАБОТЫ СЕПАРАТОРА 6ЭРМ-35/315

За період промислових випробувань роторного магнітного сепаратора 6ЕРМ-35/315 був накопичен великий обсяг експериментальних даних. На їх основі отримані рівняння, які дозволяють розраховувати очікуємі показники збагачення гематитових руд.

В 1985...1986 гг. На Центральном ГОКе в Кривбассе были проведены испытания роторного электромагнитного высокоградиентного сепаратора 6ЭРМ-

35/315, именованного тогда ЭРФМ-1 В статье рассматриваются возможности дальнейшего применения на железнорудных карьерах горячелющегося ВВ, применение которого позволяет решить две основные проблемы наиболее применяемого сейчас гранулозола : снизить стоимость и повысить экологическую безопасность его применения.

Обогащению по двухстадиальной схеме подвергались окисленные слабомагнитные руды ЦГОКа и НКГОКа. В каждой стадии из руды, после ее измельчения, извлекался магнетит на барабанном сепараторе со слабым полем. Очищенная от магнетита руда подавалась на сепаратор 6 ЭРМ-35/315, который извлекал мартит и гематит. В конце каждой стадии магнитные продукты барабанного и роторного сепараторов объединялись.

Обогащаемая руда характеризовалась значительными колебаниями содержания железа общего и магнетитового. Это приводило к большим изменениям выхода магнитного продукта барабанного сепаратора. В результате в широких пределах изменялись фактическая производительность роторного сепаратора и содержание железа в его питании. Одновременное изменение этих двух параметров не позволяло определить зависимость работы роторного сепаратора и секции в целом от каждого из этих параметров отдельно.

В настоящей статье приведены полученные экспериментальным путем зависимости показателей работы сепаратора в отдельных узлах технологической схемы и секции в целом, оснащенной сепараторами 6 ЭРМ-35/315, от содержания железа общего (α) и магнетитового (α_m) в исходной руде.

Под количеством железа $\gamma\beta$ понимается произведение значений весового выхода данного продукта γ на содержание в нем железа β . Выраженное таким образом количество железа пропорционально весовой производительности по железу данного продукта. Правомерность такого подхода заключается в том, что показатели обогащения при прочих равных условиях зависят от количества магнитной фракции, поданной на пластины сепаратора, и не зависят от количества пустой породы, которая не притягивается к пластинам и не занимает на них место. Весовой выход любого продукта определяется в долях единиц, а содержание в нем железа - в процентах.

Для расчета количества железа, поступающего на роторный сепаратор, определены показатели работы барабанного сепаратора. Выявлена зависимость количества железа в магнитном продукте $\gamma\beta_{61}$ барабанного сепаратора первой стадии от содержания в исходной руде железа общего α и магнетитового α_m , которая описывается уравнением

$$\gamma\beta_{61} = 0,1055\alpha_m(\alpha - \alpha_m) - 2,4. \quad (1)$$

С увеличением количества железа $\gamma\beta_{61}$ в магнитном продукте барабанного сепаратора возрастает и его выход γ_{61}

$$\gamma_{61} = 1,8\gamma\beta_{61}. \quad (2)$$

Здесь и далее содержание железа β в любом продукте сепарации определяется как частное $\gamma\beta : \gamma$, а извлечение ϵ железа в этот продукт - как $\gamma\beta : \alpha$. Эти формулы являются общепринятыми и потому здесь не раскрываются.

Зная выход магнитного продукта барабанного сепаратора и количество находящегося в нем железа, определяем количество железа

$$\gamma\alpha_{п1} = \alpha - \gamma\beta_{б1} \quad (3)$$

и весовой выход твердого в питании роторного сепаратора первой стадии

$$\gamma_{п1} = 1 - \gamma_{б1}. \quad (4)$$

Для определения массы руды и железа, поступающих на роторный сепаратор в единицу времени, необходимо левые части уравнений (3) и (4) умножить на величину производительности секции по исходной руде.

Зависимости количества железа $\gamma\beta_{р1}$, извлекаемого в магнитный продукт, выхода магнитного продукта $\gamma_{р1}$ и извлечения в него железа $\epsilon_{р1}$ от количества железа в питании роторного сепаратора описываются уравнениями:

$$\gamma\beta_{р1} = 1,03\gamma\alpha_{п1} - 7, \quad (5Ц)$$

$$\gamma\beta_{р1} = 0,83\gamma\alpha_{п1} - 0,6, \quad (5Н)$$

$$\gamma_{р1} = 1,74\gamma\alpha_{п1} - 6, \quad (5Ц)$$

$$\gamma_{р1} = 1,57\gamma\alpha_{п1} - 1,5. \quad (5Н)$$

Здесь и далее буква Ц рядом с номером формулы свидетельствуют о том, что данная зависимость получена по результатам обогащения руды ЦГОКа, а буква Н - руды НКГОКа. Если при номере формулы нет буквы, то она приемлема для руд обоих комбинатов.

Линейная зависимость выхода магнитного продукта и извлечения в него железа от количества железа, поданного на роторный сепаратор, свидетельствует о том, что ферромагнитные пластины не перегружались, а зазоры между пластинами не перекрывались магнитным продуктом.

В соответствии с технологической схемой секции магнитные продукты барабанного и роторного сепараторов первой стадии объединялись и, после измельчения, в виде слива гидроциклона, направлялись на вторую стадию обогащения. Количество железа $\gamma\alpha_{гц}$ и весовой выход твердого в сливе гидроциклона $\gamma_{гц}$ определены по формулам

$$\gamma\alpha_{гц} = \gamma\beta_{б1} + \gamma\beta_{р1}, \quad (6)$$

$$\gamma_{гц} = \gamma_{б1} + \gamma_{р1}. \quad (7)$$

Количество железа магнетитового в сливе гидроциклона

$$\gamma\alpha_{гц}^M = 0,9\alpha_M. \quad (8)$$

Во второй стадии обогащения из слива гидроциклона с помощью барабанного сепаратора удаляется магнетит. Количество железа в его магнитном продукте $\gamma\beta_{62}$ и выход магнитного продукта γ_{62} описываются уравнениями

$$\gamma\beta_{62} = 0,033\alpha_{гц}^M(\alpha_{гц} - \alpha_{гц}^M) - 1,85; \quad (9Ц)$$

$$\gamma\beta_{62} = 0,0296\alpha_{гц}^M(\alpha_{гц} - \alpha_{гц}^M) - 0,8; \quad (9Н)$$

$$\gamma_{62} = 1,51\gamma\beta_{62}; \quad (10Ц)$$

$$\gamma_{62} = 1,56\gamma\beta_{62}. \quad (10Н)$$

Зная параметры слива гидроциклона и магнитного продукта барабанного сепаратора, определяем количество железа $\gamma\alpha_{п2}$ и выход твердого $\gamma_{п2}$ в питании роторного сепаратора второй стадии

$$\gamma\alpha_{п2} = \gamma\alpha_{гц} - \gamma\beta_{62}; \quad (11)$$

$$\gamma_{п2} = \gamma_{гц} - \gamma_{62}. \quad (12)$$

Ниже приведены зависимости количества железа в магнитном продукте $\gamma\beta_{p2}$, выхода магнитного продукта γ_{p2} и извлечения ϵ_{p2} железа в магнитный продукт от количества железа $\gamma\alpha_{п2}$ в питании сепаратора. Все зависимости линейны и описываются уравнениями

$$\gamma\beta_{p2} = 0,833\gamma\alpha_{п2}; \quad (13Ц)$$

$$\gamma\beta_{p2} = 0,91\gamma\alpha_{п2} - 1,7; \quad (13Н)$$

$$\gamma_{p2} = 1,43\gamma\alpha_{п2}; \quad (14Ц)$$

$$\gamma_{p2} = 1,7\gamma\alpha_{п2} - 9. \quad (14Н)$$

Магнитные продукты барабанного и роторного сепараторов объединяют в конечный магнитный продукт секции, в котором

$$\gamma\beta = \gamma\beta_{62} + \gamma\beta_{p2}; \quad (15)$$

$$\gamma = \gamma_{62} + \gamma_{p2}; \quad (16)$$

$$\beta = \gamma\beta/\gamma; \quad (17)$$

$$\epsilon = \gamma\beta/\alpha. \quad (18)$$

Достигнутые фактически показатели обогащения показаны в таблице 1 на примере руды ЦГОКа в сопоставлении с рассчитанными по приведенным в статье формулам. Сравнение этих показателей свидетельствует об их удовлетворительной сходимости. Таким образом, полученные аналитические зависимости могут быть использованы для расчета ожидаемых показателей обогащения окисленной железной руды при различном содержании в ней железа общего и магнетитового.

Таблица 1 - Рассчитанные и фактические показатели обогащения руд ШОКа

Показатель	Величина показателей							
	расчет	факт	расчет	факт	расчет	факт	расчет	факт
Количество опробований		62*		17		17		28*
α		34,6		35,9		37,0		33,9
α_m		6,3		4,2		3,3		2,4
γ_{p1}			36,2		42,2			
β_{c1}			49,7	49,5	51,0	50,2		
ϵ_{p1}			50,1		58,1			
α_{10}		51,0	51,8	51,2	52,3	51,6		52,6
α_{10}^M	9,8		6,6	7,9	5,0	5,6	4,1	
γ_{p2}		53,2	57,2		59,0			52,5
ϵ_{p2}		79,8	82,5		83,3			81,5
γ_{p2}	26,6		30,9		35,6		33,7	
β_{p2}	58,3	55,2	58,2	57,6	58,3	57,2	58,5	58,5
ϵ_{p2}	44,8		50,1		56,0		55,1	
γ	44,3	41,7	43,0	43,2	44,6	45,4	40,0	39,9
β	60,6	61,0	60,5	60,1	59,9	59,5	59,2	59,5
ϵ	75,8	73,6	72,5	72,3	72,1	73,0	69,9	70,0
θ	14,8	15,7	17,3	17,5	18,6	18,3	17,0	17,9

* Сепаратор 6ЭРМ 35/315 работал во второй стадии. В первой стадии работал сепаратор 2/2 ЭРФМ-160.

Из сопоставления показателей обогащения на роторном сепараторе в первой и второй стадиях, приведенных на рисунке 1, видно, что при одном и том же количестве железа в питании сепаратора во второй стадии достигается более высокое извлечение железа в магнитный продукт.

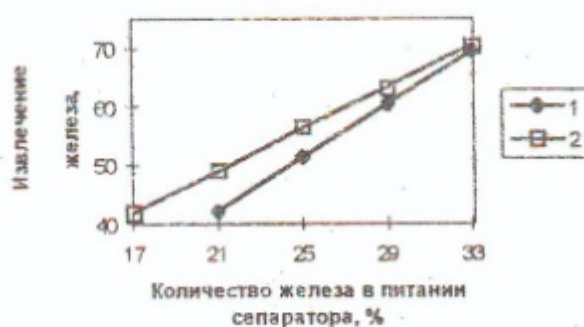


Рис. 1 - Зависимость извлечения железа в магнитный продукт от количества железа в питании сепаратора в первой (1) и второй стадиях обогащения

Это можно объяснить различием режимов течения пульпы в матрице сепаратора при его работе в первой и второй стадиях обогащения. В первой стадии

пульпа поступает на сепаратор со средней производительностью 150 м³/ч. Во второй стадии при одном и том же количестве железа, подаваемого на сепаратор в единицу времени, производительность по пульпе снижается в 2 раза, так как в питании отсутствует кварц, выведенный в первой стадии. Уменьшение производительности по пульпе способствует более эффективному формированию ее пленочного течения по стенкам ферромагнитных пластин и, как следствие, более эффективному извлечению рудных зерен. Таким образом, уменьшение производительности по пульпе на единицу площади живого сечения матрицы без уменьшения производительности сепаратора по количеству железа является резервом повышения эффективности работы сепаратора ЭРФМ-1 в первой стадии обогащения.

Выводы

1. Предложен метод анализа показателей обогащения окисленной железной руды по их зависимости от количества железа в питании роторного сепаратора. Он может быть использован для сравнения технологических показателей сепараторов различных конструкций.

2. Получены формулы для расчета ожидаемых показателей обогащения окисленной руды ЦГОКа и НКГОКа с различным содержанием железа общего и магнетитового по всем узлам двухстадийной технологической схемы с использованием роторного сепаратора 6ЭРМ 35/315.

3. Выявлено, что при одинаковом количестве железа в питании сепаратор обеспечивает более высокое извлечение во второй стадии благодаря меньшей объемной производительности по пульпе. Это указывает на возможность повышения эффективности работы сепаратора в первой стадии за счет оптимизации режима течения пульпы в матрице.

УДК 622.831:622.815.322:622.411.33(313)

В.И. Лурье

О ПРИРОДЕ И МЕХАНИЗМЕ ПРОТЕКАНИЯ ВНЕЗАПНЫХ РАЗРУШЕНИЙ ПОРОД ПОЧВЫ В ГОРНЫХ ВЫРАБОТКАХ УГОЛЬНЫХ ШАХТ

Систематизовані та узагальнені статистичні дані по несподіваних руйнуваннях підшви виробок, встановлені головні фактори, що впливають на розвиток процесу її деформування, побудована фізична модель та встановлений механізм явища.

При ведении горных работ процесс формирования напряженно-деформированного состояния горного массива вблизи выработок на больших глубинах, как правило, приводит к неблагоприятным последствиям. В результате нарушается первичное относительно равновесное состояние горных пород и переход его в новое состояние может протекать в бурной форме с сильными звуковыми эффектами, сейсмическими колебаниями и повышенным газовыделением из окружающих пород. Именно такие явления, классифицированные как динамические разломы почвы выработок (ДРПВ) участились в последнее время на ряде шахт Донецкого и других бассейнов РФ. В случае ДРПВ в тече-