

Начальник отдела
государственного реестра



СОЮЗ СОВЕТСКИХ СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ РЕСПУБЛИК
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ
ПРИ ГОСУДАРСТВЕННОМ КОМИТЕТЕ СССР ПО НАУКЕ И ТЕХНИКЕ
(ГОСКОМИЗОБРЕТЕНИЙ)

АВТОРСКОЕ СВИДЕТЕЛЬСТВО

№

1796256

На основании полномочий, предоставленных Правительством СССР,
Госкомизобретений выдал настоящее авторское свидетельство
на изобретение:
"Способ управления шаровым заполнением мельниц"

Автор (авторы): Андреев Евгений Евгеньевич, Егоров
Валентин Федорович, Златорунская Галина Евгеньевна,
Кострова Марина Анатольевна, Кузнецов Петр
Владимирович, Леус Валерий Викторович, Серов Геннадий
Васильевич и Тихонов Олег Николаевич
ЛЕНИНГРАДСКИЙ ГОРНЫЙ ИНСТИТУТ ИМ. Г. В. ПЛЕХАНОВА

Заявитель:

Заявка № 4888246 Приоритет изобретения 5 декабря 1990 г.
Зарегистрировано в Государственном реестре
изобретений СССР
8 октября 1992 г.

Действие авторского свидетельства распро-
страняется на всю территорию Союза ССР.

Председатель Комитета

Начальник отдела

Расс
Зинин

Вх 27/130
30.06.93

х/г 17/87



ГОСУДАРСТВЕННОЕ ПАТЕНТНОЕ
ВЕДОМСТВО СССР
(ГОСПАТЕНТ СССР)

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

1

(21) 4888246/33

(22) 05.12.90

(46) 23.02.93. Бюл. № 7

(71) Ленинградский горный институт
им. Г.В.Плеханова

(72) Е.Е.Андреев, В.Ф.Егоров, Г.Е.Златорун-
ская, М.А.Кострова, П.В.Кузнецов, В.В.Ле-
ус, Г.В.Серов, О.Н.Тихонов

(56) Авторское свидетельство СССР
№ 492303, кл. В 02 С 25/00, 1974.

Тихонов О.Н. Автоматизация производ-
ственных процессов на обогатительных
фабриках. М.: Недра, 1985, с.211-212,

(54) СПОСОБ УПРАВЛЕНИЯ ШАРОВЫМ
ЗАПОЛНЕНИЕМ МЕЛЬНИЦЫ

Изобретение относится к области дроб-
ления с управлением подачи мелющих тел в
мельнице с центральной разгрузкой (МШЦ)
и может быть использовано на обогатитель-
ных фабриках металлургии, химической
промышленности, строительной индустрии
и т.д.

Известен способ управления шаровым
заполнением мельниц, основанный на ис-
пользовании среднего значения одного из
составляющих мощности, например, актив-
ного тока.

Недостатком этого способа является то,
что среднее значение составляющего актив-
ной мощности весьма приближенного оце-
нивает шаровое заполнение мельницы,
поскольку мощность потребляемая приво-
дом мельницы (или ее составляющая) зави-
сят не только от заполнения мельницы

2

(57) Использование: на обогатительных fabri-
ках в металлургии, химической промышлен-
ности, строительной индустрии и т.д. Способ
управления шаровым заполнением мельни-
цы с центральной разгрузкой. Сущность
изобретения: способ включает измерение
мощности потребляемой двигателем мель-
ницы и ее шаровую догрузку, вычисление
начальное и конечное шаровые заполнения,
с учетом среднечасовой производительности
мельницы, определение оптимальной
траектории изменения абсолютного шаро-
вого заполнения в зависимости от величины
переработки руды при заданном относи-
тельном шаровом заполнении в долях от
объема барабана, определение фактическо-
го шарового заполнения. 1 з.п.ф-лы, 3 ил.

мелющими телами, но также от пульпового
заполнения, содержания твердого в мель-
нице и других факторов. Точность поддер-
жания оптимального шарового заполнения
в этом способе невелико.

Наиболее близким по технической сущ-
ности является способ управления шаро-
вым заполнением мельницы с центральной
разгрузкой, включающий измерение мощ-
ности, потребляемой двигателем мельницы
и ее шаровую догрузку.

Эта система обеспечивает поддержа-
ние шарового заполнения на оптимальном
уровне 47-48%, что соответствует макси-
му потребляемой энергии на шаровых мель-
ницах с разгрузкой через решетку (МШР).
Однако данный способ не может обеспечить
любое заданное значение заполнения мел-
ющими телами и поэтому не является уни-

кальным. Так, например, для мельниц с центральной разгрузкой (МШЦ) необходимо поддерживать заполнение 42% (при большем заполнении из мельницы выходят шары). В этих условиях максимальная потребляемая мощность или стабилизация заданного значения приведут к потерям производительности и точности управления.

Целью изобретения является повышение точности управления.

Эта цель достигается тем, что в способе управления шаровым заполнением мельницы с центральной разгрузкой, включающем измерение мощности, потребляемой двигателем мельницы, и ее шаровую догрузку, рассчитывают начальное $M_{ш0}$ и конечное $M_{шк}$ шаровые заполнения, с учетом среднечасовой производительности мельницы определяют оптимальную траекторию изменения абсолютного шарового заполнения $M_{ш}$ в зависимости от величины переработки руды при заданном относительно шаровом заполнении в долях от объема барабана, определяют фактическое шаровое заполнение $M_{ш(Ф)}$ в соответствии с выражением:

$$M_{ш(Ф)} = M_{ш0} + (K_{ш} + K_{ф})Q - G_{изм} + \Delta M_{ш}, \quad (1)$$

где $K_{ш}$ и $K_{ф}$ — расходные коэффициенты шаров и футеровки соответственно;

Q — переработка руды между двумя очередными перегрузками шаров;

$G_{изм}$ — убыль в массе шарового заполнения за счет износа;

$\Delta M_{ш}$ — поправка шарового заполнения по результатам визуального контроля, и по текущей $M_{ш} - M_{ш(Ф)}$ производят необходимую догрузку шаров, причем о максимальном приближении к оптимальному шаровому заполнению судят по минимальному приращению мощности, потребляемой двигателями мельницы. При этом расходные коэффициенты $K_{ш}$ и $K_{ф}$ корректируют в процессе работы мельницы с учетом фактического расхода шаров, футеровки и переработанной руды.

Сущность способа заключается в том, что измеряют мощность, потребляемой двигателем мельницы и с этим учетом изменяют подачу мелющих тел, измеряют суммарное количество перерабатываемой руды, время работы и простоя мельницы, вводят начальную шаровую нагрузку, расходные коэффициенты износа шаров и футеровки, величину текущей порции подгрузки шаров и поправку визуального контроля шарового заполнения. Подгрузку шаров осуществляют

по фактическому текущему заполнению мельницы мелющими телами, определяемому с учетом скоростей износа футеровки, шаров, суммарному количеству переработанной руды.

На фиг. 1 представлена структурная схема устройства, реализующая данный способ; на фиг. 2 иллюстрируется метод определения заполнения мельницы шарами при визуальном контроле; на фиг. 3 — представлена оптимальная траектория изменения заполнения барабана по мере эксплуатации мельницы.

На фиг. 1 показаны датчики автоматического ввода:

$\sum Q$ — переработка мельницы за отчетный период и с накоплением (датчик конвейерных весов);

N_m — мощность двигателя мельницы (измерительный преобразователь активной мощности);

$\sum T$ — учет времени работы и простоя, слева — ввод констант $M_{ш0}$, $K_{ш}$, $K_{ф}$, и датчики ручного ввода $G_{ш}$ и $\Delta M_{ш}$.

В микроЭВМ вводится информация всех датчиков (автоматического и ручного ввода). По формуле приведенной выше определяется фактическое шаровое заполнение, причем компонента $\Delta M_{ш}$ определяется согласно рис. 2 с помощью визуального контроля по следующим формулам:

$$\varphi \approx 0,50 - 1,27 \frac{b}{P} \quad (2)$$

$$b = a - 0,3 \cdot D \quad (3)$$

$$M_{ш} = \varphi \cdot V \cdot \sigma \quad (4)$$

$$\Delta M_{ш} = M_{ш} - M_{ш(Ф)} \quad (5)$$

где φ — заполнение барабана мельницы шарами в долях от объема барабана;

a — расстояние от горизонта поверхности шаровой загрузки до верха барабана по вертикали, м;

D — текущее значение внутреннего диаметра цилиндрической части барабана, м;

V — текущий объем барабана мельницы, м³;

σ — насыпная плотность шаров, т/м.

В задачу управления по данному способу входит поддержание как можно ближе к оптимальной траектории, определяемой рис. 3. Здесь $M_{ш0}$ — начальная шаровая загрузка вновь загружаемой мельницы, т; $M_{шк}$ — конечная шаровая загрузка мельницы перед очередным перефутерованием. Линия на графике рис. 3 отражает процесс измене-

ния массы шарового заполнения барабана в зависимости от величины переработки (Q , т) при заданном постоянном значении $\varphi = 0,42$ от объема барабана.

Коэффициенты $K_{ш}$ и $K_{ф}$ корректируются в процессе работы мельницы с учетом фактического расхода шаров, футеровки и переработанной руды. Мощность потребляемая двигателем мельницы N_m используется в управлении как сигнал обратной связи. По реакции этого параметра на определенную порцию подгрузки можно судить качественно о близости к оптимальному шаровому заполнению. Чем ниже скорость изменения мощности на порцию (кюбель) шаров, тем ближе объем к оптимальным условиям и наоборот.

Реализация данного способа управления представлена на конкретных примерах.

Пример 1. Шаровая мельница с центральной разгрузкой МШЦ 5500х6500 с внутренним диаметром барабана $D = 5260$ мм (с учетом футеровки толщиной 120 мм) и длиной цилиндра барабана $L = 6500$ мм имеет следующие показатели скоростей износа шаров $K_{ш} = 0,625$ кг/т и футеровки $K_{ф} = 0,031$ кг/т (на тонну измельченной руды), часовая производительность мельницы 400 т/ч, емкость одного кюбеля 3 т., масса шаровой загрузки в начале срока эксплуатации $M_{ш0} = 273$ т.

Рассчитывают, какова должна быть масса шаровой загрузки к исходу первого месяца работы мельницы после перефутеровки.

Для этого используют формулу фактического шарового заполнения $M_{ш(ф)}$, но сначала рассчитывают сколько тонн руды мельница переработает за этот месяц, при условии, что фактическое время ее работы (с учетом простоев) равняется 20 дням.

$$20 \times 24 \times 400 = 192000 \text{ т.}$$

За это время суммарное количество израсходованных шаров составило:

$$G_{ш} = \frac{192000 \times 0,625}{1000} = 120 \text{ т.}$$

Очевидно, точно такое же количество шаров, т.е. = 120 т должно быть подгружено для компенсации их износа. Компенсация износа футеровки определяется как

$$G_{ф} = \frac{192000 \times 0,03125}{1000} = 6 \text{ т.}$$

Таким образом, при отсутствии поправок на визуальный контроль (т.е. $\Delta M_{ш} = 0$), по формуле (1)

$$M_{ш} = 273 + 120 + 6 - 120 + 0 = 279 \text{ т.}$$

Пример 2. После двухмесячной непрерывной работы, мельница была остановлена и произведен визуальный контроль заполнения барабана с помощью выдвижной штанги, который дал величину расстояния от горизонта шаровой загрузки до верха барабана мельницы = 3080 мм. Определяют поправку $\Delta M_{ш}$.

Для ее нахождения надо знать фактический диаметр барабана мельницы. При условии износа футеровки со скоростью 10 мм в месяц, он составит $D_{ф} = D_n + 0,02 \times 2 = 5,28 + 0,04 = 5,32$ м.

По формулам (2) и (3)

$$b = a - 0,5D_{ф} = 3,08 - 2,66 = 0,42 \text{ м}$$

$$\varphi = 0,5 - 1,27 \frac{b}{R_{ф}} = 0,5 - 1,27 \frac{0,42}{5,32} = 0,40$$

Фактическое шаровое заполнение (по массе) по формуле (4)

$$M_{шф} = 0,4 \cdot \frac{3,14 \cdot 5,32^2}{4} \cdot 6,5 \cdot 4,8 = 277 \text{ т.}$$

Расчетное значение для оптимального шарового заполнения в 42%

$$M_{шф} = 0,42 \cdot \frac{3,14 \cdot 5,32^2}{4} \cdot 6,5 \cdot 4,8 = 291 \text{ т.}$$

Величина поправки $\Delta M_{ш} = 291 - 277 = 14$ т. Т.е. следует дополнительно подгрузить около 5 кюбелей шаров.

Данный способ позволит эффективно управлять подачей мелющих тел, обеспечить заполнение на любом заданном уровне.

Повышение точности управления достигается в 10–15%.

50

Формула изобретения

1. Способ управления шаровым заполнением мельницы с центральной разгрузкой, включающий измерение мощности, потребляемой двигателем мельницы, и ее шаровую догрузку, отличающийся тем,

что, с целью повышения точности управления, рассчитывают начальное $M_{ш0}$ и конечное $M_{шк}$ шаровые заполнения, с учетом среднечасовой производительности мельницы определяют оптимальную траекторию изменения абсолютного шарового заполне-

ния $M_{ш}$ в зависимости от величины переработки руды при заданном относительном шаровом заполнении в долях от объема барабана, определяют фактическое шаровое заполнение $M_{ш}(\Phi)$ в соответствии с выражением

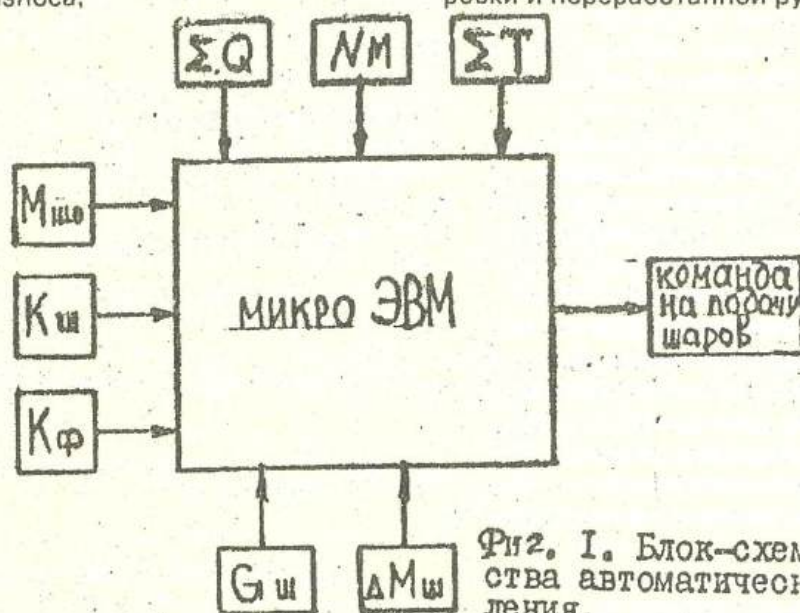
$M_{ш}(\Phi) = M_{ш0} + (K_{ш} + K_{ф})Q - G_{изм} + \Delta M_{ш}$,
где $K_{ш}$ и $K_{ф}$ — расходные коэффициенты шаров и футеровки соответственно;

Q — количество переработанной руды между двумя очередными перегрузками шаров;

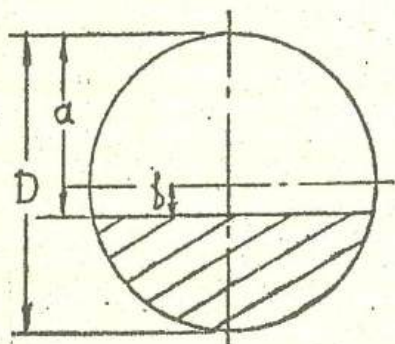
$G_{изм}$ — убыль в массе шарового заполнения за счет износа;

$\Delta M_{ш}$ — поправка шарового заполнения по результатам визуального контроля; и по текущей разности $M_{ш} - M_{ш}(\Phi)$ производят необходимую догрузку шаров, причем о максимальном приближении к оптимальному шаровому заполнению судят по минимальному приращению мощности, потребляемой двигателем мельницы.

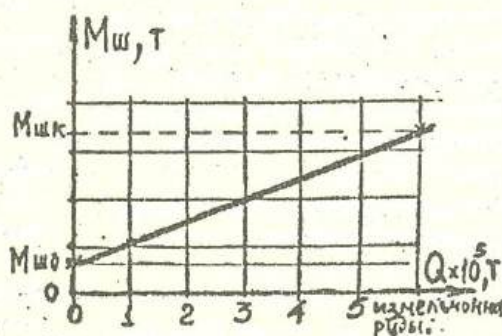
2. Способ по п.1, отличающийся тем, что расходные коэффициенты $K_{ш}$ и $K_{ф}$ корректируют в процессе работы мельницы с учетом фактического расхода шаров, футеровки и переработанной руды.



Фиг. 1. Блок-схема устройства автоматического управления.



Фиг. 2. К вопросу определения заполнения мельницы шарами при визуальном контроле.



Фиг. 3. Оптимальная траектория изменения заполнения барабана по мере эксплуатации мельницы.

Редактор Е.Полионова

Составитель Л.Шарова
Техред М.Моргентал

Корректор Л.Ливринц

Заказ 611

Тираж

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., 4/5

Производственно-издательский комбинат "Патент", г. Ужгород, ул.Гагарина, 101