

где C – постоянная интегрирования; неизвестные коэффициенты определяются из граничных условий, а также условий (2), (3) и некоторых других, определяющих, например, качество труб.

Рассмотрим использование предлагаемой методики на примере расчета профиля оправки для калибра, ручей которого рассчитан по методике МИСиС [4]. Ограничимся в (1) полиномом второй степени, тогда в (4) имеем четыре неизвестных коэффициента: a_0, a_1, a_2, C .

Для их определения уточним условие (2) применительно к методике МИСиС. В этой методике функция диаметра ручья калибра $D(x) = d(x) + 2S(x)$, где изменение стенки задается экспоненциальной зависимостью

$$S(x) = S_0 \left[\frac{\mu_s - 1}{1 - e^{-n}} \left(1 - e^{-\frac{x}{l_0}} \right) + 1 \right]^{-1}$$
. Подставляя последнее равенство в предыдущее и дифференцируя, получим при $x = l_0$:

$$d'_n = -2\text{tg}\alpha - 2n \frac{S_T}{l_0} \left(\frac{\mu_s - 1}{e^n - 1} \right),$$

где $2\text{tg}\alpha$ – конусность оправки в методике МИСиС; $n = 0,64$; S_0 и S_T – исходная и конечная толщина стенки; μ_s – коэффициент вытяжки по стенке.

Далее по условию (3) назначаем величину $d'_0(x)$ при $x = 0$ (считая, что в зоне редуцирования конусность одинакова), здесь в методике МИСиС принимается $k = 0,75S_0/D_0$. Из этих условий определяем коэффициенты a_0, a_1 . Оставшиеся два коэффициента определяем из граничных условий соответствия диаметра оправки размерам заготовки с учетом зазора и готовой трубы в сечении «пережима».

Предложенная методика расчета калибровки обеспечивает более равномерное распределение усилий по длине рабочего конуса, а также их снижение на 25 – 30 % и повышение точности труб по сравнению с традиционной методикой МИСиС.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Миронов В.Г., Рябушкин В.И., Митберг Б.Я. и др. // Сталь. 1988. № 6. С. 60 – 62.
2. Фролов В.Ф., Данченко В.Н., Фролов Я.В. Холодная пильгерная прокатка труб. – Днепропетровск: Пороги, 2005. – 255 с.
3. Пат. 2417849 РФ. Оправка для холодной прокатки труб / Г.А.Орлов, Е.В.Орлова, Д.Ю.Чернышев. Оpubл. 10.05.2011.
4. Шевякин Ю.Ф. Калибровка и усилия при холодной прокатке труб. – М.: Металлургиздат, 1963. – 269 с.

© 2013 г. Г.А. Орлов, Е.В. Орлова
Поступила 19 июля 2013 г.

УДК 622.7

Е.С. Томская

НП «Научно-образовательный центр «Инновационные горные технологии»

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ ПРИ ОБОГАЩЕНИИ ЖЕЛЕЗНЫХ РУД*

Аннотация. Предложен способ повышения качества железорудного концентрата при обратной флотации катионным реагентом с комбинированным использованием электроимпульсной и электрохимической обработки.

Ключевые слова: железные руды, флотация, электрохимическая обработка, электроимпульсная обработка.

PROSPECTS FOR THE USE OF ELECTRO-PHYSICAL METHODS OF TREATMENT IN THE ENRICHMENT OF IRON ORES

Abstract. Proposed way to improve the quality of iron ore concentrate in reverse flotation with cationic reagent with the combined use of electric pulse and electrochemical treatments.

Keywords: iron ore, flotation, electrochemical treatment, electric pulse treatment.

Основной проблемой обогащения железных руд в настоящее время является получение высококачественных концентратов при снижении потерь железа с хвостами. Железистые кварциты Курской магнитной аномалии отличаются сложной текстурой, структу-

рой, тонкой вкрапленностью и, соответственно, трудной обогатимостью. Для наиболее полного раскрытия и обогащения таких руд требуется весьма тонкое измельчение (~90 % класса – 0,044 мм). Обогащение тонкоизмельченных железистых кварцитов возможно мокрой магнитной сепарацией и обратной флотацией катионными реагентами, но и в этом случае, из-за не-

* Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 11-05-00373-а.

достаточности раскрытия минералов, неселективной флокуляции тонких частиц достичь требуемых технологических показателей удастся не всегда.

В то же время, увеличение глубины обогащения, направленное на повышение качества магнетитовых концентратов, обеспечивает экономию затрат в металлургическом переделе, значительно перекрывающую дополнительные затраты при обогащении, а снижение массовой доли диоксида кремния в железорудном сырье на 1 % приводит к уменьшению расхода кокса примерно на 3 % [1, 2].

Для интенсификации обогащения, повышения качества получаемых концентратов и снижения потерь железа с хвостами в процессе переработки железистых кварцитов могут быть использованы электрофизические методы воздействия [3], такие как электрохимическая обработка (ЭХО) реагентов и электроимпульсная обработка пульпы.

Электрохимическую обработку раствора амина проводили постоянным электрическим током в бездиафрагменной ячейке. Результаты экспериментальных исследований показали, что ЭХО амина при напряжениях ниже потенциала разложения воды ($< 1,2$ В) повышает его активность по отношению к кварцу, способствуя повышению его извлечения в пенный продукт на 6 – 7 %.

Для разрушения неселективных флокулов, образованных в результате магнитных и электростатических взаимодействий между частицами в процессе магнит-

ной сепарации и обеспечения достаточной степени разделения свободных рудных и нерудных частиц в процессе последующей обратной флотации электрохимически обработанным амином предложено использование электроимпульсной обработки. Электроимпульсная обработка заключается в подаче импульсов электрического тока на рудную пульпу перед флотацией. Обработка проводится в условиях, исключающих электрические пробои, что обеспечивает низкие энергозатраты.

Оценочные расчеты показали, что полное удаление свободных нерудных зерен из концентрата и свободных рудных из хвостов позволит повысить извлечение железа в концентрат с 93,6 до 97,1 % и повысить содержание железа в конечном концентрате с 68,6 до 70,6 %.

В связи с вышеизложенным, очевидна целесообразность комбинированного использования электроимпульсной обработки на этапе рудоподготовки материала, поступающего на флотацию, и флотации электрохимически обработанным амином.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сентемова В.А. // Обогащение руд. 2007. № 2.
2. Чантурия Е.Л., Гзогян С.Р. // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2012. № 12.
3. Чантурия В.А., Назарова Г.Н. Электрохимическая технология в обогатительно-гидрометаллургических процессах. – М.: Наука, 1977. – 160 с.

© 2013 г. *Е.С. Томская*
Поступила 9 сентября 2013 г.