УДК 658.52.011.56:622.765:622.343

А.М.КУРЧУКОВ, *аспирант, kurchukov@spmi.ru*
Санкт-Петербургский государственный горный институт (*технический университет*)

A.M.KURCHUKOV, *post-graduate student, kurchukov@spmi.ru*
Saint Petersburg State Mining Institute (Technical University)

АЛГОРИТМ УПРАВЛЕНИЯ РЕАГЕНТНЫМ РЕЖИМОМ ФЛОТАЦИИ МЕДНО-НИКЕЛЕВЫХ РУД НА ОСНОВЕ ОПТИМИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ ИОННОГО СОСТАВА ПУЛЬПЫ

В статье рассмотрено управление реагентным режимом флотации медно-никелевых руд, предложено учитывать в алгоритме управления остаточную концентрацию ионов диметилдитиокарбамата натрия (ДМДК) в пульпе. Управление расходом ДМДК по результатам определения остаточной концентрации его ионов в пульпе обеспечивает оптимизацию реагентного режима и позволяет повысить качественные показатели процесса флотации медно-никелевых руд с одновременным снижением материальных затрат на осуществление операции.

***Ключевые слова*:** флотация, алгоритм управления, структурная схема, остаточная концентрация, реагентный режим.

THE CONTROL ALGORITHM REAGENT CONDITIONS OF FLOTATION COPPER-NICKEL ORES ON THE BASIS OF OPTIMIZING THE IONIC PARAMETERS

In the article considered the control of reagent conditions of flotation copper-nickel ores, it is proposed to take into account in the control algorithm residual ion concentration of sodium dimethyldithiocarbamate (DMDK) in the pulp. Flow control DMDK based on the residual concentration of its ions in flotation pulp provides optimized reagent conditions and improves the qualitative rate of enrichment copper-nickel ores with the simultaneous reduction of material costs for the implementation of the operation.

***Key words*:** flotation, control algorithm, blocks diagram, residual concentration, reagent conditions.

Для большинства флотационных реагентов существуют физико-химические закономерности, описывающие их взаимодействие с минеральной поверхностью, которые устанавливают связь между ионными компонентами флотационной пульпы и показателями процесса*. Создание в пульпе рационального соотношения между ионными компонентами, во многом определяющим поверхностное состояние минеральных частиц, позволяет осуществить оптимизацию реагентного режима процесса флотации.

Для оценки влияния реагентного режима на показатели флотации и определения характера взаимосвязей применен статистический метод, основанный на анализе работы Норильской обогатительной фабрики. Массив данных технологических параметров по никелевому циклу был подвергнут факторному анализу (использовался программный продукт STATISTICA). Полученное факторное пространство исходных дан-

* *Кокорин А.М.* Ионометрия – метод контроля и управления флотационным процессом / А.М.Кокорин, Г.Н.Машевский // Цветные металлы. 2001. № 6. С. 29-32.

Kokorin A.M. Ionometry – a method of monitoring and control of flotation process / A.M.Kokorin, G.N.Mashevsky // Non-Ferrous Metals. 2001. № 6. P. 29-32.

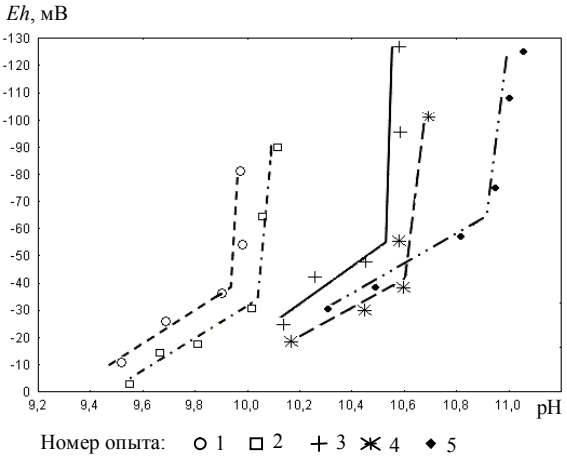


Рис.1. Кинетика поглощения ДМДК пульпой в координатах Eh-pH

ных было подвергнуто кластерному анализу. Среди анализируемого кластерного пространства были выбраны кластеры с лучшими технологическими показателями работы никелевого цикла. Установлено, что между расходами реагентов существует рациональный баланс, поддерживая который удается повысить качество получаемого никелевого концентрата

Предлагается при управлении реагентным режимом флотации медно-никелевых руд учитывать остаточную концентрацию ионов диметилдитиокарбамата натрия (ДМДК) в пульпе. Расход реагента ДМДК в процесс и остаточная концентрация его ионов в пульпе являются важными физико-химическими параметрами*. Этот реагент реализует сразу несколько функций. Он выступает в роли модификатора поверхности пентландита, и регулятора среды, нейтрализуя гидроксокомплексы никеля и железа. Последнее обуславливает снижение качества никелевого концентрата и извлечения в него никеля. Анализ кинетики поглощения ДМДК флотационной пульпой, представленной на рис.1 в координатах Eh – pH, показывает наличие двух резко отличающихся участков.

Вертикальный участок (рис.1) связан с механизмом селективного действия ДМДК в жидкой фазе пульпы, заключающимся в реакции восстановлении диксантогенида в ксантогенат при взаимодействии ДМДК с неокисленной поверхностью пирротина. Пологий участок (рис. 1) определяется образованием на поверхности пирротина гидроокиси железа. Образование гидроксокомплексных соединений железа зависит от типа перерабатываемой руды, поэтому этот процесс чрезвычайно нестабильный.

Для устранения образования гидроокиси железа на поверхности пирротина необходимо дозировать ДМДК в таком количестве, обеспечивающем полноту протекания механизма селективного действия ДМДК в жидкой фазе. Оптимальность подачи ДМДК предлагается определять параметром

$$\Delta\varepsilon_{\text{ДМДК}} = \varepsilon_{Ag_2S} - \varepsilon_{Eh},$$

где ε_{Ag_2S} – ЭДС аргентитового электрода, мВ, ε_{Eh} – ЭДС платинового электрода, по отношению к насыщенному хлорсеребряному электроду сравнения, мВ.

Лабораторные исследования по определению потенциала остаточной концентрации ДМДК в пульпе показали, что в области $\Delta\varepsilon_{\text{ДМДК}} = -280$ мВ расположены данные, содержащие лучшие показатели процесса. Экспериментально установлено, что дозировку ДМДК необходимо осуществлять таким образом, чтобы в результате его ввода в процесс обеспечить в пульпе необходимую остаточную концентрацию ионов дитиокарбамата. Она соответствует величине потенциала погруженного в пульпу аргентитового электрода, $\varepsilon_{Ag_2S} = -380 \div -400$ мВ. При такой остаточной концентрации обеспечивается полнота протекания механизма селективного действия ДМДК в жидкой фазе, и нейтрализуются гидроксокомплексы железа на поверхности пирротина.

На рис.2 представлена структурная схема управления расходом ДМДК в процесс флотации на основе стабилизации остаточной концентрации его ионов в пульпе. Данную структурную схему предла-

* *Курчуков А.М.* О принципах управления флотационным переделом / А.М.Курчуков, А.О.Смирнов, Н.В.Лучков // Автоматизация и современные технологии. 2009. № 7. С. 23-28.

Kurchukov A.M. About management maxims of the flotation change / A.M.Kurchukov, A.O.Smirnov, N.V.Luchkov // Automation and modern technology. 2009. № 7. P. 23-28.

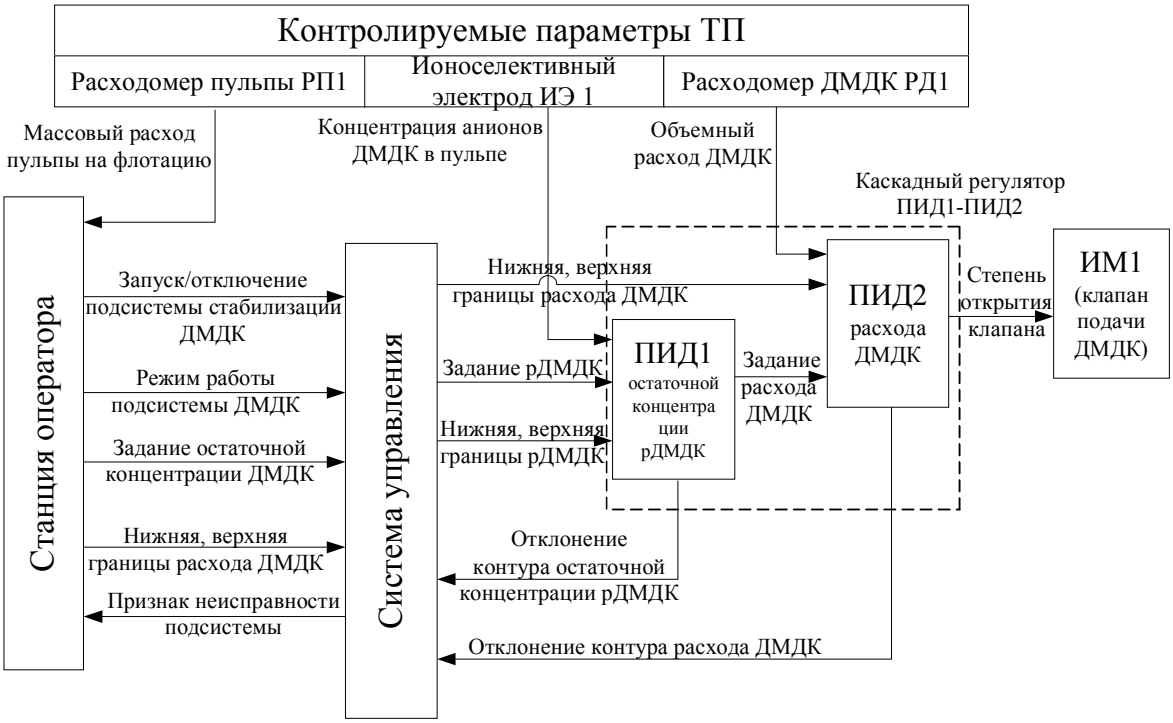


Рис.2. Структурная схема управления расходом ДМДК в процесс флотации

гается включать в существующую систему управления реагентным режимом флотации.

В соответствии с представленной структурной схемой (рис.2) оператор в процессе работы системы осуществляет задание остаточной концентрации ионов ДМДК в пульпе и устанавливает границы изменения расхода реагента, что отражено связью между станцией оператора и системой управления.

Подача ДМДК во флотомашину контролируется расходомером РД1 и поддерживается на заданном уровне при помощи каскадного регулятора ПИД1-ПИД2 (рис.2). Остаточная концентрация ионов ДМДК контролируется при помощи специально разработанного ионоселективного электрода ИЭ1. Ведущий регулятор ПИД1 обеспечивает поддержание требуемого значения остаточной концентрации ионов диметилдитиокарбамата путем изменения уставок подчиненного регулятора ПИД2 расхода ДМДК в процесс. Подчиненный регулятор ПИД2 расхода ДМДК на основании рассогласования между фактическим расходом и заданием, с учетом границ изменения расхода ДМДК изменяет уставку исполнительному механизму ИМ1 (степень открытия регулирующего клапана подачи реагента в процесс).

Управление расходом диметилдитиокарбамата (ДМДК), осуществляемое по предложенному принципу, обеспечивает оптимизацию реагентного режима и позволяет снизить расход ДМДК на 20 %.