

Разработка технологии обогащения медно-цинковой руды с получением медного концентрата высокого качества

К. М. АСОНЧИК, Н. С. ТРУБЕЧКОВА, Г. Я. АКСЕНОВА (ЗАО «Механобр инжиниринг»)
В. И. РЯБОЙ (ЗАО «Механобр-Оргсинтез-Реагент»)
В. Н. ПОЛЬКИН (ОАО «Гайский ГОК»)

Руководством Уральской горно-металлургической компании (УГМК) поставлена задача существенного повышения качества концентратов, получаемых из руд, перерабатываемых на ее предприятиях. Уже к 2010 году содержание меди в медных концентратах требуется повысить до 20,0 – 22,0 %.

Необходимо отметить, что повышение качества медного концентрата, преимущественно за счет снижения содержания в нем пирита, неизбежно обуславливает снижение извлечения металлов, особенно золота и серебра, содержащихся в пирите. По данным исследований лаборатории обогащения Гайского ГОКа, при обогащении медно-цинковой руды шахтной добычи повышение содержания меди в медном концентрате с 14,0 до 15,0 % приводит к снижению извлечения меди с 84,0 до 82,9 % (на 1,1 %) и золота на 1,3 – 3,1 %.

Исследования проводили на медно-цинковой руде Гайского месторождения. С этой целью была отобрана проба руды, подлежащая переработке в ближайшие годы, которая содержала 1,48 % меди и 0,47 % цинка. Главным рудным минералом был пирит (60,0 %), из полезных отмечены халькопирит и сфалерит (4,0 и 0,7 %), нерудные минералы представлены преимущественно кварцем (18,4 %), в резко подчиненном количестве присутствовали слоистые силикаты – серицит и хлорит (5,2 и 6,5 %). Широкий диапазон размеров образований халькопирита и сфалерита (от долей микрона до 400 – 500 мкм) вызывает трудности при их селективном разделении и получении высококачественных концентратов, особенно цинкового.

За основу разрабатываемой технологии были приняты схема и режим обогащения, рекомендованные в ТЭО развития обогатительной фабрики, включающие: измельчение руды до крупности 80,0 % класса -0,074 мм с межстадиальной флотацией меди в готовый медный концентрат; коллективную флотацию меди и цинка с последующим доизмельчением медно-цинкового концентрата до крупности 95, 0% класса -0,074 мм и три его перечистки в высокощелочной среде (концентрация св. СаО – 700 – 800 мг/л); селекцию медно-цинкового концентрата с применением депрессоров цинковых минералов сернистым натрием и цинковым купоросом. В принятой схеме в качестве собирателя использовали бутиловый ксантогенат, в качестве вспенивателя – Т-80.

По указанной технологии получали медный концентрат с содержанием меди 15,0 – 15,5 % при извлечении 85,0 – 86,0 % и цинковый 45-процентный концентрат с извлечением 32,0 – 35,0 %.

Руды Гайского месторождения отличаются тонкой и весьма тонкой вкрапленностью медных и цинковых минералов в пирите и пустой породе. Содержание пирита, в том числе флотоактивного, составляет 60,0 – 70,0 %. Все это предопределяет необходимость тонкого измельчения руды (до 80,0 % класса -0,074 мм), так и грубых концентратов и промпродуктов, а также применение развитой схемы обогащения и селективных реагентов-собирателей.

Анализ результатов обогащения медно-цинковой руды по принятой схеме с учетом поставленной задачи повышения качества медного концентрата с высоким извлечением металлов predetermined выбор следующих направлений исследования:

- подбор оптимальных параметров крупности измельчения руды и продуктов обогащения;
- выбор дополнительного селективного собирателя и определение условий его применения;
- возможность снижения циркулирующей нагрузки промпродуктов за счет вывода части пирита в отвал;
- повышение качества концентрата за счет введения дополнительных перечисток.

Основные параметры изменения крупности руды и концентратов приняты в соответствии с ТЭО. Кроме того, показана необходимость более тонкого измельчения коллективного концентрата – до 90,0 – 95,0 % класса -0,044 мм вместо 90,0 % класса -0,074 мм.

Проведенные ранее исследования [1] показали возможность повышения содержания меди в медном концентрате до 17,0 %, что было достигнуто благодаря дополнительному доизмельчению медно-цинкового концентрата до 90,0 % класса -0,044 мм и замене части бутилового ксантогената аэрофлотом ИМА-414-1 или повышению щелочности (до 1000 мг св. СаО на литр).

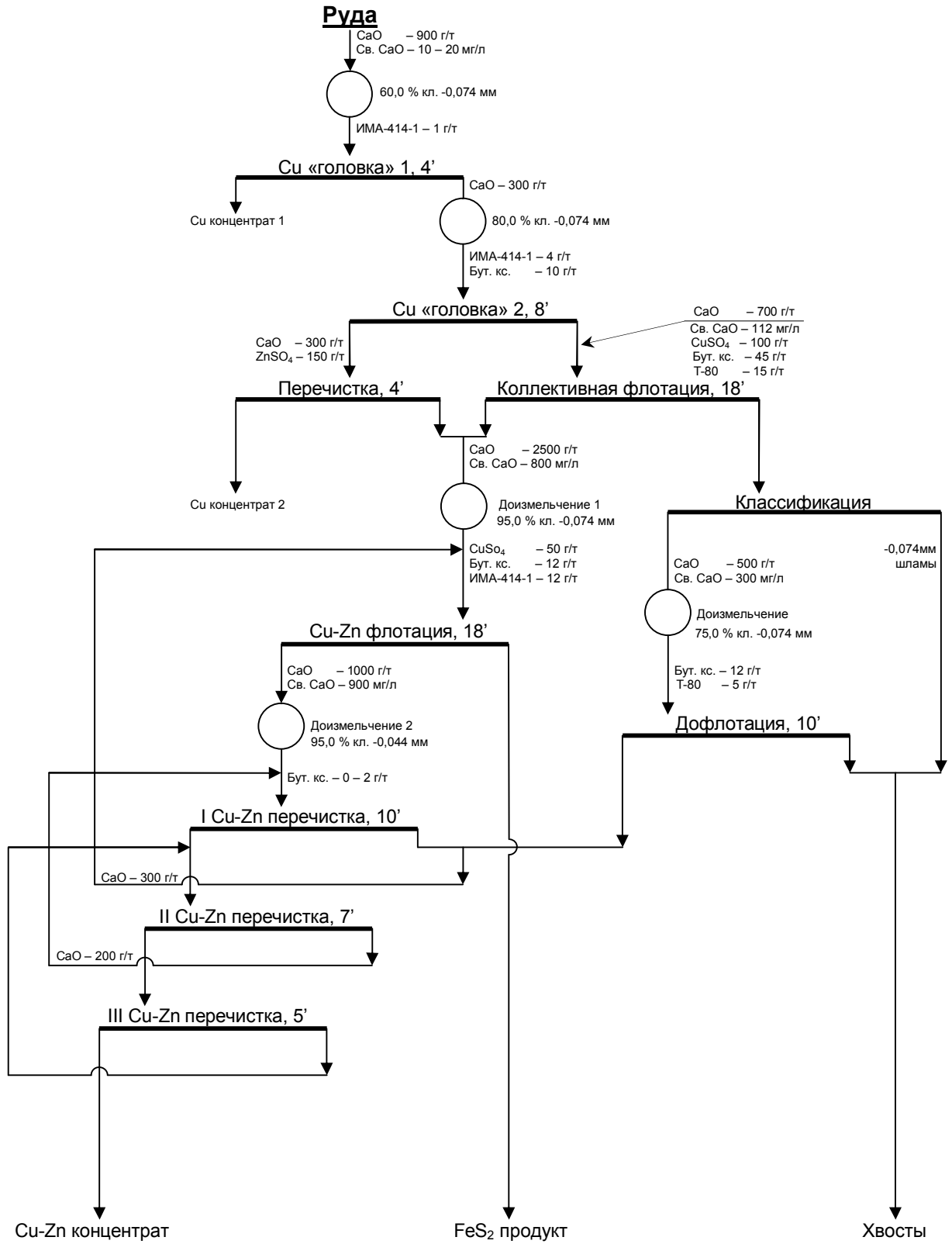
В качестве селективных собирателей на первом этапе были испытаны в сочетании с ксантогенатами тионокарбаты (Z-200), аэрофлоты, в том числе содержащие дополнительные собиратели: DSP-007, DSP-314, ИМА-414-1 (БТФ-1541 по номенклатуре производителя), аэрофины (3418А), додецилмеркаптан (R-200М). Наиболее высокие технологические результаты получены с аэрофлотом ИМА-414-1, с применением которого и проведены все дальнейшие исследования, позволившие повысить содержание меди в медном концентрате до 18,0 – 19,0 % при извлечении 80,0 – 82,5 %.

Введение дополнительных перечисток медных концентратов, получаемых в рудном цикле (межстадиальная флотация меди в медную «головку») и цикле селекции коллективного концентрата, заметно повысило содержание меди в готовом медном концентрате и стабилизировало процесс его получения.

С целью повышения стабильности ведения технологического процесса представлялось необходимым уменьшить циркуляцию промпродуктов в цикле получения коллективного концентрата за счет вывода значительной части пирита (хвосты первой перечистки) в отвал.

В связи с тем, что в крупных классах хвостов коллективной флотации меди содержится заметно больше, чем в тонких классах, что подтверждается данными табл. 1, вывод значительной части пирита с хвостами медно-цинковой флотации в отвал и доизмельчение с флотацией песковой части хвостов коллективной флотации позволили стабилизировать процесс и повысить извлечение меди и цинка. Опыты проводили по схеме и режиму, которые представлены на рисунке, их результаты приведены в табл. 2.

**Схема проведения опытов с выводом пирита из процесса
и дофлотацией песковой части хвостов коллективной флотации**



**Распределение меди по классам крупности
в хвостах коллективной флотации**

Таблица 1

Показатели	Классы крупности, мм			Всего
	+0,074	+0,044	-0,044	
1	2	3	4	5
Выход, %	23,00	26,00	51,00	100,00
Содержание Cu, %	0,38	0,28	0,25	0,29
Распределение, %	30,20	25,30	44,50	100,00

**Результаты опытов с выводом пирита в отвал
и доизвлечением металлов из хвостов флотации**

Таблица 2

Продукты	Выход, %	Содержание, %			Извлечение, %		
		Cu	Zn	S	Cu	Zn	S
1	2	3	4	5	6	7	8

Вариант 1 - вывод хвостов Cu-Zn флотации в отвал

Медный концентрат (1 + 2)	3,80	21,00	3,90	-	53,20	30,20	-
Медно-цинковый концентрат	2,60	16,70	8,80	-	28,90	46,60	-
FeS ₂ продукт	29,70	0,47	0,17	-	9,40	10,20	-
Хвосты коллективной флотации	63,90	0,20	0,10	-	8,50	13,00	-
Руда	100,00	1,50	0,49	-	100,00	100,00	-
Общий концентрат	6,40	19,30	5,90	-	82,10	76,80	-
Общие хвосты	93,60	0,29	0,12	-	17,90	23,20	-

Вариант 2 - то же, но с дофлотацией хвостов

Медный концентрат (1 + 2)	3,70	21,60	4,10	35,50	53,90	31,50	4,10
Медно-цинковый концентрат	2,70	16,50	8,70	41,00	30,10	49,10	3,50
FeS ₂ продукт	26,50	0,48	0,18	47,80	8,50	10,00	40,00
Хвосты дофлотации	31,00	0,17	0,065	28,10	3,60	4,20	27,50
Шламы (-0,074 мм)	36,10	0,16	0,07	21,80	3,90	5,20	24,90
Руда	100,00	1,48	0,48	31,60	100,00	100,00	100,00
Общий концентрат	6,40	19,50	6,00	36,40	84,00	80,60	-
Общие хвосты	93,60	0,25	0,10	31,30	16,00	19,40	92,40

Представленные в табл. 2 данные показывают возможность повышения извлечения в медно-цинковый концентрат меди (с 28,9 до 30,1 %) и цинка (с 46,6 до 49,1 %). Содержание меди в отвальных хвостах снизилось с 0,29 до 0,25 % и цинка с 0,12 до 0,10 %.

Разработанная схема и режим были апробированы в лаборатории обогащения Гайского комбината с использованием оборотной воды фабрики. (В проведении лабораторных исследований принимали участие исследователи Гайского ГОКа: В. И. Павлова – начальник лаборатории обогащения, инженер Н. В. Репина, флотаторы Р. Т. Каримова, Е. А. Батина, Р. В. Маврина.)

Замкнутые опыты проводили с измельчением руды в одну стадию с получением в рудном цикле одного медного концентрата «головки» (после перерешетки с подачей CaO и ZnSO₄). Селекцию медно-цинкового концентрата проводили по фабричному режиму, включающему: десорбцию реагентов сернистым натрием (расход -400 г/т руды) с небольшими добавками активированного угля (10 – 20 г/т); депрессию флотации минералов цинка цинковым купоросом (-700 г/т руды); основную и контрольную медную флотацию и три перерешетки медного концентрата. Камерным продуктом получали цинковый концентрат. Дополнительно проводили перерешетку (4-я перерешетка) медного концентрата селекции с подачей депрессоров – извести и цинкового купороса.

Результаты опытов представлены в табл. 3.

**Результаты заключительных опытов обогащения
медно-цинковой руды Гайского месторождения при получении
20-процентного медного концентрата**

Таблица 3

Продукты	Выход, %	Содержание					Извлечение, %				
		Cu, %	Zn, %	S, %	Au, г/т	Ag, г/т	Cu	Zn	S	Au	Ag
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Сu концентрат "головки"	3,00	24,90	2,47	33,30	4,60	59,00	51,20	14,80	3,20	12,80	15,80
Сu концентрат селекции	3,05	15,30	4,20	40,10	4,00	53,00	32,00	25,60	3,90	11,30	14,50
Zn концентрат	0,40	4,00	47,50	27,50	2,80	85,00	1,10	38,00	0,30	1,00	3,00
FeS ₂ продукт	26,50	0,41	0,17	46,50	1,40	9,90	7,50	9,00	39,00	34,40	24,10
Хвосты дефлотации	34,00	0,19	0,11	23,30	0,90	7,40	4,40	7,40	25,00	28,20	22,50
Шламы хвостов коллективной флотации	33,05	0,17	0,08	27,30	0,40	6,80	3,80	5,20	28,60	12,30	20,10
Руда	100,00	1,46	0,50	31,60	1,08	11,20	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Общий Сu концентрат	6,05	20,10	3,30	36,70	4,30	56,00	83,20	40,40	7,10	24,10	30,30
Общие хвосты	93,55	0,25	0,12	31,30	0,86	7,90	15,70	21,60	92,60	74,90	66,70

Из представленных данных следует, что по схеме, включающей: измельчение руды до 80,0 % класса -0,074; флотацию меди в концентрат медной «головки» с перерешеткой черного концентрата; коллективную флотацию сульфидов с дофлотацией песковой части хвостов после их доизмельчения до крупности 75,0 – 80,0 % класса -0,074 мм; доизмельчение коллективного концентрата до 95,0 % класса -0,074 мм с последующей медно-цинковой флотацией и выводом хвостов флотации (пиритсодержащий продукт) в отвал; доизмельчение медно-цинкового концентрата до крупности 95,0 % класса -0,044 мм и его доводку (три перерешетки черного концентрата); применение сочетания бутилового ксантогената и аэрофлота ИМА-414-1, - получен медный концентрат с содержанием меди 20,1 % при извлечении в него меди, золота и серебра 83,2, 24,1 и 30,3 % соответственно. По фабричному режиму селекции медно-цинкового концентрата получен цинковый концентрат с содержанием цинка 47,5 % при извлечении 38,0 %.

На основании проведенных исследований рекомендовано произвести корректировку схемы, технологического режима и показателей обогащения руды Гайского месторождения, принятых в ТЭО развития обогатительной фабрики.