

Муханова А.А.

**ЖЕЗ-МОЛИБДЕН КОНЦЕНТРАТЫН ТҮРДҮҮ ФЛОТОРЕАГЕНТТЕРДИ
КОЛДОНУУ МЕНЕН СЕЛЕКЦИЯЛЫК МҮМКҮНЧҮЛҮКТӨРҮН ИЗИЛДӨӨ**

Муханова А.А.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ СЕЛЕКЦИИ МЕДНО-МОЛИБДЕНОВОГО
КОНЦЕНТРАТА С ПРИМЕНЕНИЕМ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ФЛОТОРЕАГЕНТОВ**

A.A. Mukhanova

**STUDY OF THE POSSIBILITY OF SELECTION OF COPPER-MOLYBDENUM
CONCENTRATE WITH USE OF MODIFIED FLOTOREAAGENTS**

УДК: 622.765.06

Казахстан кен жатак жеринин жез-молибдендүү кенин жаңы синтезделген түрдүү флотореагенттерди колдонуу менен флотациялык изилдөөлөр өткөрүлдү. Жаңы реагенттерди колдонуу менен молибден концентратын 2,9% бөлүп алууда 70% сапатын жогорулатуу технологиясы сунушталды.

Негизги сөздөр: синтезделген түрдүү флотореагент, бөлүп алуу, жездин, молибдендин концентраты.

Проведены исследования по флотации медно-молибденовой руды различных месторождений Казахстана с применением нового синтезированного модифицированного флотореагента. Предлагаемая технология с использованием новых реагентов, улучшить качества молибдена в концентрате на 7,0 %, при извлечении 2,9 %.

Ключевые слова: модифицированный флотореагент, извлечение, медный и молибденовый концентрат.

Studies were carried out on the flotation of copper-molybdenum ore in various fields in Kazakhstan with the use of a new synthesized modified flotation agent. The proposed technology using new reagents, improve the quality of molybdenum in the concentrate by 7.0%, while recovering 2.9%.

Key words: modified flotation agent, extraction, copper and molybdenum concentrate.

Выявленные мировые ресурсы молибдена оцениваются примерно в 18,4 млн.т. Ресурсы молибдена достаточны для обеспечения в обозримом будущем мировых потребностей в этом металле. Мировые потребности в молибдене, по оценке, выросли со 100 тыс.т. (по содержанию Мо) в 1990 г. до 196 тыс.т. в 2006 г.; среднегодовой темп прироста спроса составил 4%. Основным потребителем в 2006 г. являлась Европа, обеспечившая 33 % мирового спроса. Далее следуют США -21,3 %, Япония -14,6 %, Китай -10,8 % и страны СНГ-4,1 %, на долю остальных стран пришлось 16,2 %. Ожидается, что в ближайшие годы темпы роста спроса в Китае и странах СНГ составят 10 % в год, а в странах Запада они будут находиться в пределах 3 %. В результате в целом по миру они составят 4,5 %.

Более 30 лет работает медно-молибденовая фабрика СП «Эрдэнэт» (Монголия). За это время на фабрике переработано более 500 млн.т. руды с содержанием меди 0,78% и молибдена 0,019%. До 2000 г. фабрика работала по технологии, разработанной институтом «Механобр», с применением в качестве собирателя бутилового ксантогената с получением медно-молибденово-пиритного концентрата, разделение которого осуществлялось методом окислительной пропарки в известковой среде. По

мере обработки месторождения, помимо значительного снижения содержания меди в руде с 0,89 до 0,65%, изменился и минеральный состав ее. В настоящее время практически отработаны смешанные руды, резко увеличилась доля первичных сульфидных руд [5-6].

На территории Казахстана до 1998 г. разрабатывались мелкие месторождения медно-молибденовых руд (Коунрадское, Саякская), в которых сосредоточено менее 1 % запасов молибдена республики. В настоящее время перерабатывается и осваиваются такие месторождения как Шатырколь, Шорское, Актогай, Бозшаколь.

Коллективная флотация сульфидов меди и молибдена ведется с применением бутилксантогената натрия в сочетании с аполярными углеводородами (дизтопливо, керосин) и пенообразователем [14]. Недостатком известного флотационного реагента является необходимость введения дополнительных собирателей, так как эффективная флотация молибденита достигается только после добавки аполярных собирателей (керосина, дизельного топлива, трансформаторного масла и других). Поскольку аполярные собиратели являются пеногасителями, такая смесь требует дополнительного введения пенообразователя. Недостатком является также низкая селективность (попутное извлечение пирита).

Аполярные реагенты не имеют в своем составе своих молекулсолидофильной группы и поэтому лишены возможности химически фиксироваться на поверхности минералов. Они представлены жидкими углеводородами, главным образом нефтяного происхождения, и их закрепление на минеральной поверхности можно связать с образованием дисперсионных сил между углеводородными цепями реагента и поверхностью минерала. Эмульгированные аполярные реагенты особенно полезны при флотации шламистых минералов.

Данная статья посвящена разработке технологии флотации медно-молибденовых руд Шатыркольского, Актогайского месторождений с использованием модифицированных собирателей. В качестве исходных веществ для подготовки модифицированного реагента (МФ) использовали дизельное топливо и нефть Кумкольского месторождения. Для получения эмульсий МФ, исходные реагенты диспергировались на ультразвуковом аппарате при различных соотношениях нефти и дизельного топлива (1:1, 1:2, 1:3) и при различном времени

диспергирование (3, 5, 7 мин), которое концентрация реагентов составило 0,1%. Диспергированного размер частиц эмульсии при разных условиях определяли на анализаторе размер частиц Potocog Compact. Анализ полученных результатов гистограммы показали, что распределение частиц приготовленного эмульсий, наиболее мелкие частицы содержатся в эмульсий нефти и дизельного топлива в соотношении 1:1, диспергированной в течение 7 минут. Содержания крупных частиц в среднем 69,5 нм составляло 66,7%.

Кумкольские нефти легкие, малосернистые, парафинистые и легкозастывающие. Физико-химические характеристики (табл.1), полученные методом ИК-спектроскопии установлено, что в исследуемых образцах преобладают парафиновые структуры нормального и изостроения, присутствуют длинные парафиновые цепочки. Отмечено наличие нафтеновых и ароматических структур. Эти соединения содержатся в значительно меньших количествах, чем парафиновые. Карбонильная группа отсутствует, нефть не окислена.

Таблица 1 - Физико-химические характеристики Кумкольской нефти

Показатели	Скважина №3 горизонт			Скважина № 2 с-юрский гор-т
	неокомский	верхнеюрский	среднеюрский	
Глубина перфорации, м	1078-1093	1205-1209	1290-1297	1311-1318
Плотность, г/см ³	0,8215	0,8248	0,8348	0,8208
Вязкость при 20°С, мм ² /с	9,69	14,08	22,14	8,89
Темп-ра застывания, °С	2	3,5	- 10	5
Парафины, %	14,78	13,2	16,52	12,7
Серы, %	0,37	0,43	0,38	0,41
Селикагелевые смолы, %	8,2	6,33	6,67	7,46
Асфальтены, %	1,52	2,34	0,35	0,3

Исследуемая проба медно-молибденовой руды Шатыркольского месторождения содержала, %: меди 1,7; молибдена – 0,012; серы 2,43; железа 9,72. Минералогический анализ пробы руды показал, что основным рудным минералом является молибденит, пирит, халькопирит, халькозин. Нерудные минералы представлены кварц, альбит и ряд менее значимых минералов.

При проведениях исследований за основу была принята коллективно-селективная схема. Схемы коллективной флотации медно-молибденовой руды представлена на рисунке 1.

Коллективный цикл состоял из основной и контрольной флотации и трех перечисток коллектив-

ного медно-молибденового концентрата. В процессе измельчения подавали известь для создания рН среды, сульфид натрия для сульфидизации минералов. В качестве собирателя бутиловый ксантогенат натрия, вспенивателя –Т-80. Во всех перечистках добавляли жидкое стекло для депрессии пустых пород. Исследованиями установлено, что оптимальная крупность измельчения руды 90% класса не менее 74 мкм. Результаты коллективной медно-молибденовой флотации руды месторождения Шатырколь в зависимости от различного расхода МФ (дизельное топливо: нефть=1:1) в сравнении с базовой технологией представлено в таблице 2.

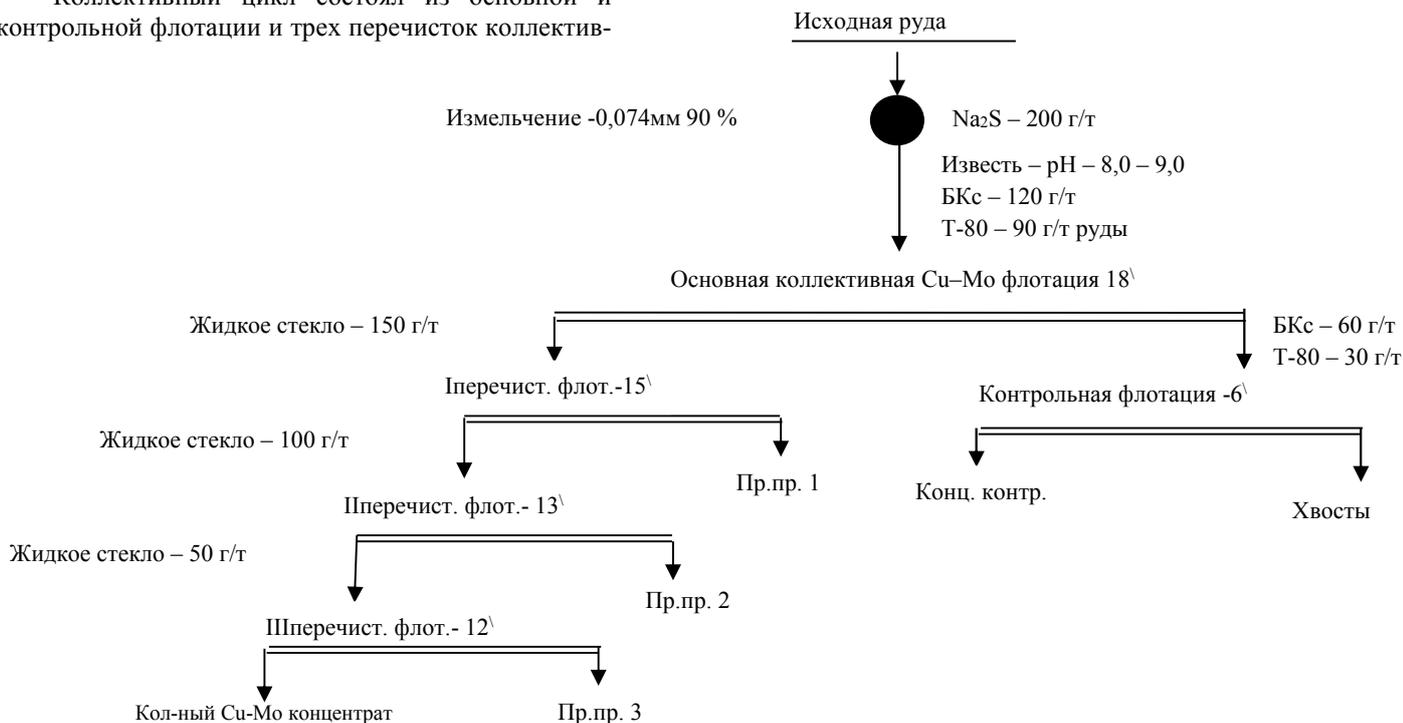


Рис.1 Схема коллект. медно-молибденовой флотации руды месторожд. Шатырколь

Таблица 2 – Результаты коллективной медно-молибденовой флотации руды месторождения Шатырколь в зависимости от разного расхода модифицированного реагента МФ.

Из таблицы видно, что оптимальный расход МФ является 125 г/т, извлечение медь и молибдена в коллективный концентрат достигает соответственно 93,2 и 72,2% при содержании 35,4 и 0,13% соответственно.

По сравнению с базовой технологией, с применением керосина, извлечение молибдена в коллективный медно-молибденовый концентрат увеличилось на 4,9 %.

Следующая серия опытов проведены по селекции медно-молибденового концентрата с применением модифицированного флотореагента. В качестве исходного сырья для экспериментальных целей использовали медно-молибденовую руду месторождения Шорское. По минералогическому составу рудных минералов является: пирит, халькопирит, борнит, молибденит. Нерудные минералы представлены кварц, кальцит, тремолит.

Название пробы	Выход, %	Содержание, %			Извлечение, %			Примечание
		Mo	Cu	Fe	Mo	Cu	Fe	
Си- Мо кол. конц.	7,0	0,13	35	39,6	67,3	92,0	29,2	БКс – 120 г/т Керосин – 150 г/т Т-90-120 г/т
Пр. пр. 1	6,1	0,02	0,3	6,8	9,0	0,7	4,4	
Пр. пр. 2	3,1	0,03	1,2	9,3	6,9	1,4	3,0	
Пр. пр. 3	0,8	0,15	2,9	12,4	8,9	0,9	1,0	
Конц. контр. фл.	2,85	0,035	0,45	7,5	7,4	0,5	2,3	
Хвосты	80,15	0,0001	0,15	7,1	0,6	4,5	60,0	
Исходная руда	100	0,0135	2,66	9,48	100	100	100	БКс – 120 г/т МФ– 100 г/т Т-90-120 г/т
Си- Мо кол. конц.	7,1	0,12	35,2	38,5	68,9	92,1	28,2	
Пр. пр. 1	5,8	0,02	0,5	6,9	9,4	1,1	4,1	
Пр. пр. 2	2,9	0,02	1	6,6	4,7	1,1	2,0	
Пр. пр. 3	0,79	0,11	2,7	8,8	7,0	0,8	0,7	
Конц. контр. фл.	3,6	0,032	0,43	6,6	9,3	0,6	2,5	
Хвосты	79,81	0,0001	0,15	7,6	0,6	4,4	62,5	БКс – 120 г/т МФ– 125 г/т Т-90-120 г/т
Исходная руда	100	0,0124	2,71	9,70	100	100	100	
Си- Мо кол. конц.	7,1	0,13	35,4	36,2	72,2	93,2	26,3	
Пр. пр. 1	5,9	0,02	0,4	5,4	9,2	0,9	3,3	
Пр. пр. 2	3,3	0,02	0,9	4,3	5,2	1,1	1,4	
Пр. пр. 3	0,7	0,1	2,5	7,1	5,5	0,6	0,5	
Конц. контр. фл.	3,1	0,03	0,3	5,1	7,3	0,3	1,6	БКс – 120 г/т МФ – 150 г/т Т-90-120 г/т
Хвосты	79,9	0,0001	0,13	8,2	0,6	3,9	66,9	
Исходная руда	100	0,0128	2,70	9,79	100	100	100	
Си- Мо кол. конц.	7,6	0,12	33,2	38,2	68,6	88,7	28,9	
Пр. пр. 1	6,2	0,03	0,44	7,5	14,0	1,0	4,6	
Пр. пр. 2	2,6	0,01	2,1	8,6	2,0	1,9	2,2	
Пр. пр. 3	1,3	0,1	6,9	9,3	9,8	3,2	1,2	
Конц. контр. фл.	3,4	0,02	0,88	5,2	5,1	1,1	1,8	БКс – 120 г/т МФ – 150 г/т Т-90-120 г/т
Хвосты	78,9	0,0001	0,15	7,8	0,6	4,2	61,3	
Исходная руда	100	0,0133	2,84	10,04	100	100	100	

Флотация коллективного медно-молибденового концентрата из руды Шорского месторождения проводилась по технологическому режиму, включающему измельчение в шаровой мельнице до крупности 65 % класса – 0,074 мм, флотацию во флотомашинах объемом камер 3,0; 1,0; 0,5; 0,25; 0,15; 0,1 дм³.

После измельчения проводили флотационные опыты по получению коллективного медно-молибденового концентрата. В цикле коллективной медно-молибденовой флотации проводились опыты по установлению оптимального реагентного режима. Коллективный цикл состоял из основной, контрольной и трех перечисток коллективного медно-молибденового концентрата. В процесс измельчения подавали: известь для создания рН среды равной 10,0; сульфид натрия для сульфидизации минералов, в качестве депрессора пустой породы-жидкое стекло.

Основную коллективную медно-молибденовую флотацию проводили в течение 18 минут, контрольную в течение 9 минут и использовали следующие реагенты в качестве: аполярного собирателя – керосин; собирателя – бутиловый ксантогенат натрия; - вспенивателя – Т-80.

Установлено, что при применении считания собирателей – БКс и керосин в количестве 120 и 200 г/т, извлечение меди и молибдена достигает соответственно 39,9 и 65,29% при содержании 1,3 и 0,7%.

Далее проведены исследования по определению оптимального количества одной, двух, трех и четырех перечисток в цикле коллективной флотации. Технологические показатели коллективного цикла показали, что для получения коллективного медно-молибденового концентрата с оптимальными показателями необходимо проведение двух перечисток концентрата. При этом получен коллективный

медно-молибденовый концентрат с содержанием меди 1,27 % при извлечении 52,95 %, с содержанием молибдена 0,63 % при извлечении 77,5 %. Большое количество перечисток приводит к снижению извлечения меди и молибдена.

Исследования в цикле селекции проводились при различных условиях: разный расход сернистого натрия, температура и количество перечисток.

Проведены исследования по селекции медно-молибденового концентрата с применением модифицированной смеси дизельное топливо: нефти Кумкольского месторождения в соотношениях 1:1, в

сравнении с базовой технологией с керосином в таблице 3. Схема флотации и реагентный режим представлены на рисунке 2.

Проведены исследования по селекции медно-молибденового концентрата с применением смеси дизельного топлива и нефти Кумкольского месторождения (реагент МФ-2). Результаты селекции коллективного медно-молибденового концентрата в зависимости от различного расхода модифицированного собирателя МФ-2 (дизельное топливо: нефть = 1:1) в сравнении с базовой технологией (с керосином) представлены в таблице 15.

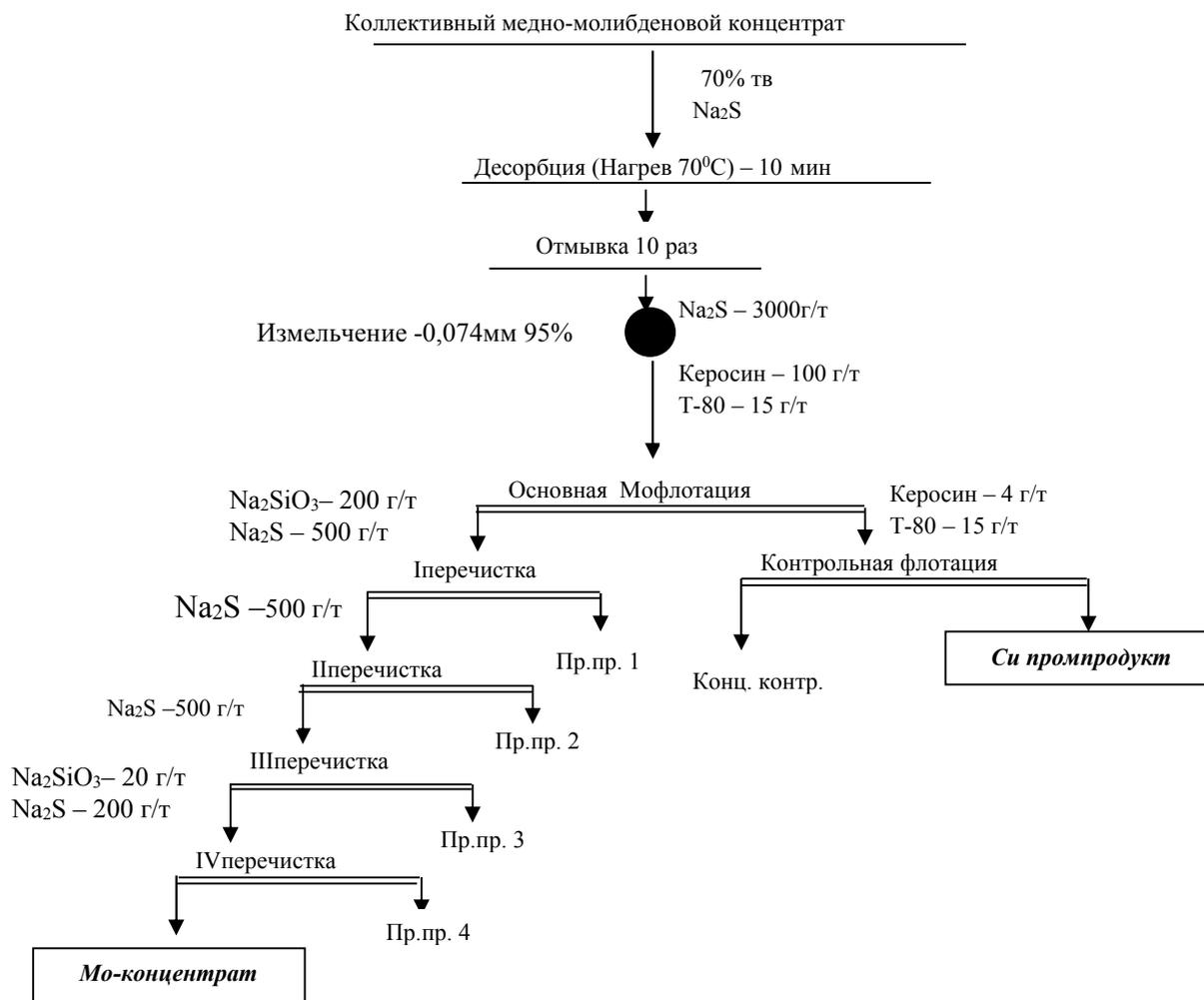


Рисунок 2 - Схема селективной флотации коллективного медно-молибденового концентрата, полученного из руды месторождения Шорское.

Таблица 3 – Результаты селекции коллективного медно-молибденового концентрата в зависимости от различного расхода модифицированного собирателя МФ в сравнении с базовой технологией

Наименование продуктов	Выход, %	Содержание, %		Извлечение, %		Примечание
		Mo	Cu	Mo	Cu	
Mo концентрат	1,3	27,1	4,5	68,1	4,86	Керосин – 150 г/т
Cu продукт	69,1	0,08	1,3	10,7	74,63	
Пр. пр. 1	8,4	0,2	1,1	3,2	7,68	
Пр. пр. 2	5,0	0,4	1,2	3,9	4,98	
Пр. пр. 3	2,1	0,9	1,1	3,7	1,92	
Пр. пр. 4	1,5	1,1	1,0	3,2	1,25	

Пр. пр. 5	1,2	1,2	0,9	2,8	0,90	МФ (дизельное топливо: нефть = 1:1) - 100 г/т	
Конц. контр.фл.	11,4	0,2	0,4	4,4	3,79		
Си-Мо концентр.	100	0,52	1,20	100	100		
Мо концентрат	1,0	35,0	3,4	66,0	2,81		
Си продукт	74,6	0,08	1,3	11,3	80,29		
Пр. пр. 1	6,9	0,3	1,0	3,9	5,71		
Пр. пр. 2	5,7	0,5	0,9	5,4	4,25		
Пр. пр. 3	1,2	1,1	0,8	2,5	0,79		
Пр. пр. 4	1,1	1,2	0,7	2,5	0,64		
Пр. пр. 5	0,9	1,2	0,7	2,0	0,52		
Конц. контр.фл.	8,6	0,4	0,7	6,5	4,98		
Си-Мо концент.	100	0,53	1,21	100	100		
Мо концентрат	1,1	34,1	3,4	71,0	3,17		МФ (дизельное топливо: нефть = 1:1) – 125 г/т
Си продукт	73,1	0,05	1,3	6,9	80,48		
Пр. пр. 1	7,2	0,4	0,9	5,4	5,49		
Пр. пр. 2	5,1	0,4	0,8	3,9	3,46		
Пр. пр. 3	2,4	0,9	0,8	4,1	1,63		
Пр. пр. 4	1,7	1,0	0,7	3,2	1,01		
Пр. пр. 5	1,3	1,0	0,6	2,5	0,66		
Конц. контр.фл.	8,1	0,2	0,6	3,1	4,12		
Си-Мо концент.	100	0,53	1,18	100	100		
Мо концентрат	1,2	31,4	4,2	71,4	4,33		
Си продукт	72,4	0,08	1,3	11,0	80,91		
Пр. пр. 1	7,9	0,1	1,0	1,5	6,79	МФ (дизельное топливо: нефть = 1:1)– 150 г/т	
Пр. пр. 2	4,8	0,4	0,8	3,6	3,30		
Пр. пр. 3	1,9	0,6	0,7	2,2	1,14		
Пр. пр. 4	1,2	0,7	0,6	1,6	0,62		
Пр. пр. 5	1,0	0,8	0,5	1,5	0,43		
Конц. контр.фл.	9,6	0,4	0,3	7,3	2,48		
Си-Мо концент.	100	0,53	1,16	100	100		

Расход модифицированного флотореагента МФ составлял 100, 125, 150 г/т. В результате выполненных исследований показано, что оптимальным расходом МФ является 125 г/т. При этом получен молибденовый концентрат с содержанием молибдена 34,1 % при извлечении 71,0 %. По сравнению с базовой технологией, с применением керосина, содержание молибдена в концентрате увеличилось на 7,0 %, извлечение молибдена в концентрат увеличилось на 2,9 %.

Литература

1. Неваева Л.М. Анализ реагентных режимов флотации медно-молибденовых руд. Бюлл. Цветная металлургия. 1982. №10. С. 99-100.
2. Изотко В.М. Технологические особенности молибденовых руд. Горный журнал. 1997. № 4. С. 20-24.
3. Кокорин А.И. и др. Разработка технологии обогащения медно-молибденовой руды зоны вторичного обогащения месторождения "Эрдэнэ-тийн-Овоо", МНР. Отчет по НИР. Л., Механобр. 1972.
4. Кокорин А.И. и др. Исследование обогатимости трех проб медно-молибденовой руды месторождения "Эрдэнэтийн-Овоо", МНР Отчет по НИР. Л., Механобр. - 1973.
5. Мелик-Гайказян В.И. О механизме действия аполярных собирателей при пенной флотации. Обогащение руд. 1970. - №3. - С. 38-43.
6. Шубов Л.Я., Кузькин А.С., Лившиц А.К. Теоретические основы и практика применения аполярных масел при флотации. М., Недра. 1969. 144 с.
7. Тусупбаев Н.К., Семушкина Л.В., Турысбеков Д.К., Мухамедилова А.М., Муханова А.А., Сугурбекова А.К. Усовершенствование технологии флотации медно-молибденовой руды с применением модифицированных реагентов // Комплексное использование минерального сырья.- 2013.- № 4.

Рецензент: к.т.н., профессор Шаутонов М.