

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОЛИМЕТИЛЕННАФТАЛИНСУЛЬФОНАТА
КАК ДЕПРЕССОРА ЦИНКОВЫХ МИНЕРАЛОВ ПРИ ФЛОТАЦИОННОМ
ОБОГАЩЕНИИ ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ РУД

*С.Л. Орлов, к.т.н., заведующий отделом обогащения ОАО «Уралмеханобр»,
orlov_sl@umbr@umbr.ru; А.В. Авербух, М.И. Стихина, З.Х. Щербакова – ОАО
«Уралмеханобр», г.Екатеринбург.*

Полиметаллические руды, как известно, являются наиболее труднообогатимыми. Сложность их обогащения обусловлена многообразием минеральных форм, тесной ассоциацией друг с другом, природной активацией отдельных сульфидных минералов, весьма тонким проращением нерудных минералов и сульфидов, а также неравномерным распределением сульфидов в пустой породе. Этим и объясняется многообразие способов и реагентных режимов при их обогащении.

При выборе оптимального режима флотации полиметаллической руды важно правильно выбрать депрессор сфалерита. Часто при обогащении полиметаллических руд включают использование высокотоксичного реагента – цианида. В последнее время вместо цианида с цинковым купоросом используют цинковый купорос в сочетании с сульфоксидными соединениями: сернистой кислотой, сульфитом, гидросульфитом или сульфидом натрия. Замена цианида, в ряде случаев, способствует улучшению селективности, снижению потерь благородных металлов и улучшению санитарного состояния стоков.

Сульфоксидные соединения активируют флотацию сульфидов меди в присутствии цинкового купороса, депрессируют сульфиды цинка и железа. Совместное использование сульфита натрия и цинкового купороса для депрессии цинковых минералов и пирита эффективно, когда сульфиды цинка активированы соединениями свинца и ионами меди [1-4].

Применение сульфоксидных реагентов позволяет иногда значительно повысить извлечение меди и сократить потери ее в цинковом цикле. Однако не всегда дает это положительные результаты. Часто наблюдаются достаточно высокие потери цинка, как с медным, так и со свинцовым концентратом.

Проведены сравнительные исследования обогатимости полиметаллической руды Степного месторождения с использованием сочетания депрессоров сфалерита и пирита:

- сульфита натрия и цинкового купороса;
- сульфита натрия с цинковым купоросом и полимерным реагентом - полиметиленафталинсульфонатом.

Полиметиленафталинсульфонат является химической добавкой серии «Литопласт И», выпускаемой ООО «Полипласт Новомосковск», и относится к поверхностно-активным веществам, представляющим собой новейшие синтетические добавки на основе модифицированных полиметиленафталинсульфонатов. Химические добавки серии «Литопласт И» позиционируются как интенсификаторы помола, позволяющие сократить продолжительность помола до заданной дисперсности, повысить производительность мельниц, улучшить гранулометрическую характеристику измельчаемого продукта.

В институте ОАО «Уралмеханобр» проведены лабораторные исследования по изучению влияния химических добавок на технологические показатели обогащения медно-цинковых и медно-свинцово-цинковых руд. Руды отличались как по вещественному составу, так и по содержанию основных извлекаемых компонентов. В результате исследований было отмечено, что введение химических добавок серии «Литопласт И» улучшает технологические показатели обогащения вкрапленных руд. На использование полиметиленафталинсульфоната в качестве реагента для депрессии цинковых минералов ОАО «Уралмеханобр» получен патент №2496583 [5].

С целью повышения технологических показателей обогащения и изучения влияния совместного действия основных депрессоров цинковых минералов и пирита – сульфита натрия и цинкового купороса с полиметиленафталинсульфонатом проведены исследования на полиметаллической руде Степного месторождения, содержащей меди 0,99 %, свинца 2,12 %, цинка 5,27 %. Полиметаллическая руда представлена массивной, вкрапленной, прожилково-вкрапленной и полосчатой текстурами. Структура руды полнокристаллическая, зернистая (от тонко – до крупнозернистой), аллотриоморфнозернистая.

Основные рудные минералы: пирит, халькопирит, галенит, сфалерит; менее распространенные - ковеллин, халькозин, теннантит. Особенностью полиметаллической руды Степного месторождения является наличие вторичных сульфидов меди -7,7 %, теннантита - 9,7 %, окисленных минералов свинца -10,50 % эмульсионной вкрапленности халькопирита в сфалерите, тонкозернистых агрегатов и высокого содержания флотоактивной пустой породы ~75%.

За основу технологии обогащения полиметаллической руды Степного месторождения принята схема коллективно-селективной флотации аналогично схеме переработки медно-свинцово-цинковых руд на Рубцовской обогатительной фабрике [6]. Технологическая схема обогащения руды включает получение коллективного медно-свинцово-цинкового концентрата, его доизмельчение до крупности 93-98 % класса минус 0,045 мм в присутствии активированного угля, сульфита натрия и цинкового купороса,

выделение медно-свинцового концентрата и его разделение. Получение свинцового концентрата предусмотрено камерным продуктом по бесцианидной технологии. Цинковый цикл флотации проводится по классической технологии в высокощелочной среде, создаваемой известью, с активацией цинковых минералов медным купоросом. Питанием цинковой флотации являются хвосты контрольной медно-свинцовой флотации.

В результате проведенных исследований установлена оптимальная крупность рудного измельчения, доизмельчения коллективного концентрата и реагентные режимы основных технологических операций.

Изучение закономерности влияния сульфита натрия с цинковым купоросом и модифицированным полиметиленафталинсульфонатом на результаты флотации проводились при подаче их в различные точки технологического процесса:

- доизмельчение коллективного концентрата;
- в цикл кондиционирования пульпы, предшествующий циклу медно-свинцовой флотации;
- непосредственно в цикл медно-свинцовой флотации.

Было проверено действие депрессоров сульфита натрия с цинковым купоросом и полиметиленафталинсульфонатом на технологические показатели при индивидуальном их действии и в сочетании друг с другом.

Полученный перецищенный коллективный концентрат, в известково-содовой среде, подвергался доизмельчению с активированным углем при рН 7,0-8,0 в присутствии депрессоров цинковых минералов – сульфита натрия и цинкового купороса, как наиболее эффективное сочетание, когда в пульпе присутствует галенит, церуссит, англезит и вызывают активацию сфалерита, как и соединения меди. Доизмельченный коллективный концентрат до крупности 93-98 % класса минус 0,045 мм, направлялся в цикл медно-свинцовой флотации, что по данным минералогического анализа обеспечивало практически полное раскрытие сульфидных минералов. Основное количество депрессоров подается в цикл доизмельчения коллективного концентрата (50 %) и в цикл кондиционирования пульпы, непосредственно в цикл медно-свинцовой флотации. Влияние расхода сульфита натрия и цинкового купороса на флотацию меди, свинца и цинка показано на рисунке 1. Результаты флотационных опытов показали, что при увеличении расхода депрессоров – сульфита натрия и цинкового купороса от 300 г/т и 150 г/т до 1800 г/т и 900 г/т соответственно, повышается содержание меди в медно-свинцовом концентрате с 8,05% до 13,26 % и свинца с 17,41% до 29,26 %, при снижении массовой доли цинка с 15,5 % до 10,5 % и извлечения цинка с 32,15 % до 11,77 %.

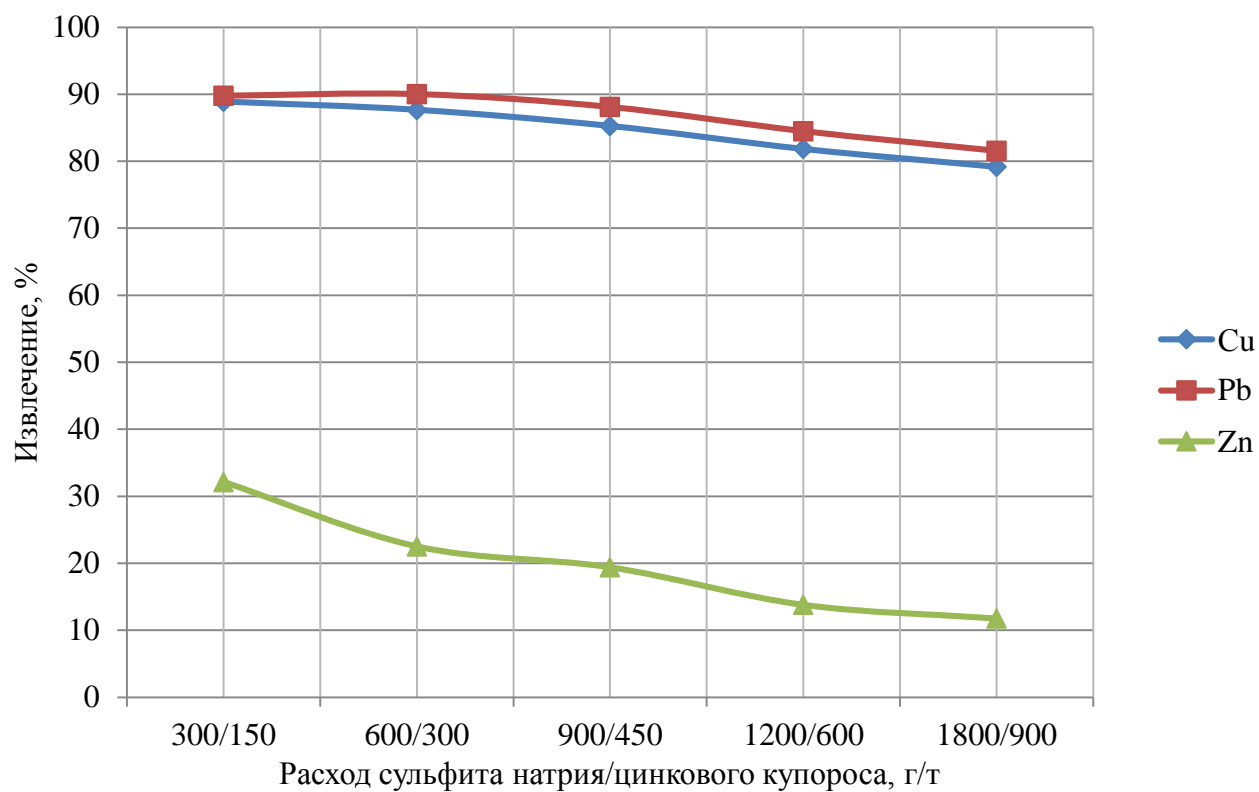


Рисунок 1 – Зависимость извлечения полезного компонента в медно-свинцовый цикл от расхода сульфита натрия и цинкового купороса

Чтобы оценить индивидуальное действие полиметиленафталинсульфоната на флотацию сульфидных минералов, реагент подавали в цикл доизмельчения коллективного концентрата при отсутствии основных депрессоров-сульфита натрия и цинкового купороса.

Результаты флотационных опытов представлены на рисунке 2.

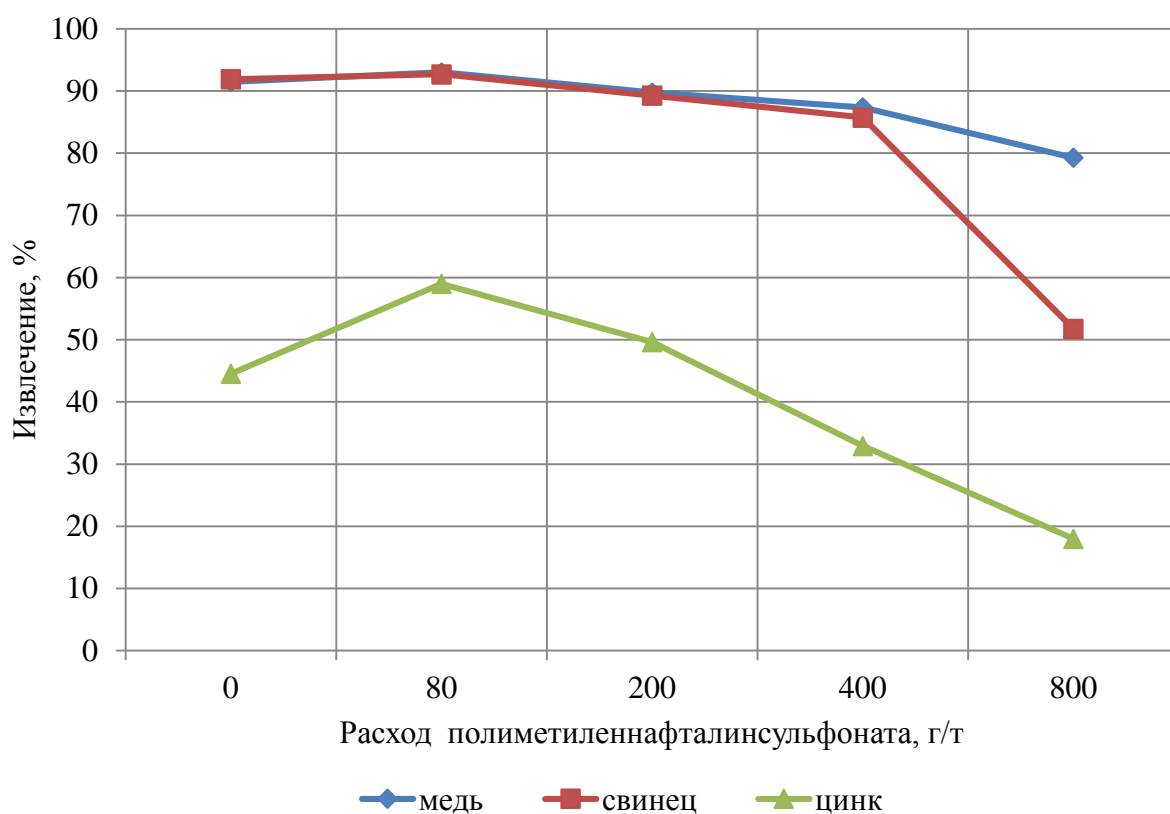


Рисунок 2 – Влияние расхода полиметиленафталинсульфоната на флотацию меди, свинца и цинка в цикле медно-свинцовой флотации

Интересно отметить, что увеличение расхода полиметиленафталинсульфоната до 400 г/т приводит к снижению потерь цинка до 29,14 % в медно-свинцовом концентрате, но при этом наблюдается и снижение извлечения меди на 5,43 % и свинца на 10,40 %. При дальнейшем увеличении расхода полиметиленафталинсульфоната происходит глубокая депрессия всех сульфидных минералов. Дальнейшее изучение закономерности влияния полиметиленафталинсульфоната на флотацию сульфидных минералов сводилось к тому, чтобы выяснить его действие в сочетании с основными депрессорами.

Для этого был взят не оптимальный, но постоянный расход основных депрессоров в цикл доизмельчения коллективного концентрата и цикл медно-свинцовой флотации. Расход полиметиленафталинсульфоната изменяли также как и в предыдущей серии флотационных опытов. Результаты представлены на рисунке 3.

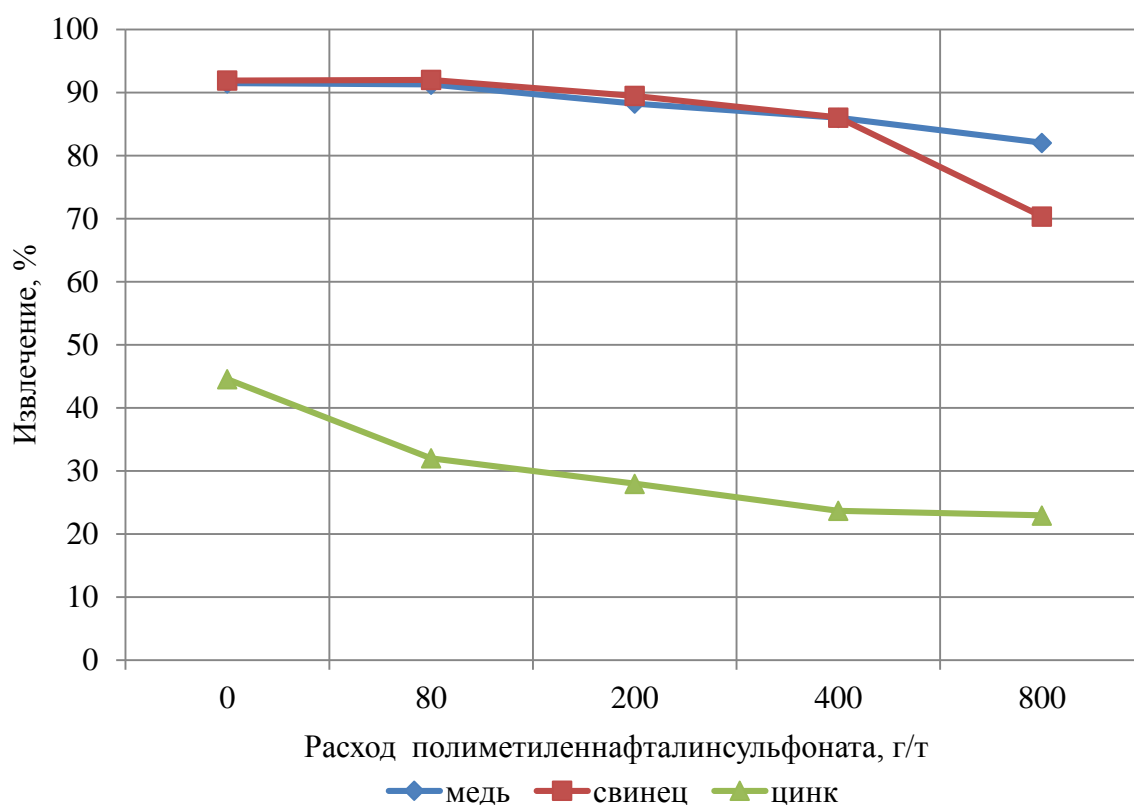


Рисунок 3 – Влияние расхода полиметиленафталинсульфоната, в присутствии сульфита натрия 600 г/т и цинкового купороса 300 г/т на флотацию меди, свинца и цинка в цикле медно-свинцовой флотации

По полученным результатам можно сделать вывод, что снижение потерь цинка с медно-свинцовым концентратом возможно при совместном действии основных депрессоров – сульфита натрия и цинкового купороса с небольшим расходом полиметиленафталинсульфоната. Показано, что при минимальном расходе реагента в 80 г/т потери цинка с медно-свинцовым концентратом снижаются на 13,54 % с 40,67 % до 27,13 %. Уровень извлечения меди и свинца практически сохраняется на прежнем уровне, что в дальнейшем позволяет получить кондиционные медный и свинцовый концентраты при достаточно высоком извлечении металлов.

Было также проверено влияние сочетания полиметиленафталинсульфоната с основными депрессорами на флотацию сульфидных минералов, при постоянном расходе полиметиленафталинсульфоната – 80 г/т, изменяя расход сульфита натрия и цинкового купороса. Результаты представлены на рисунке 4.

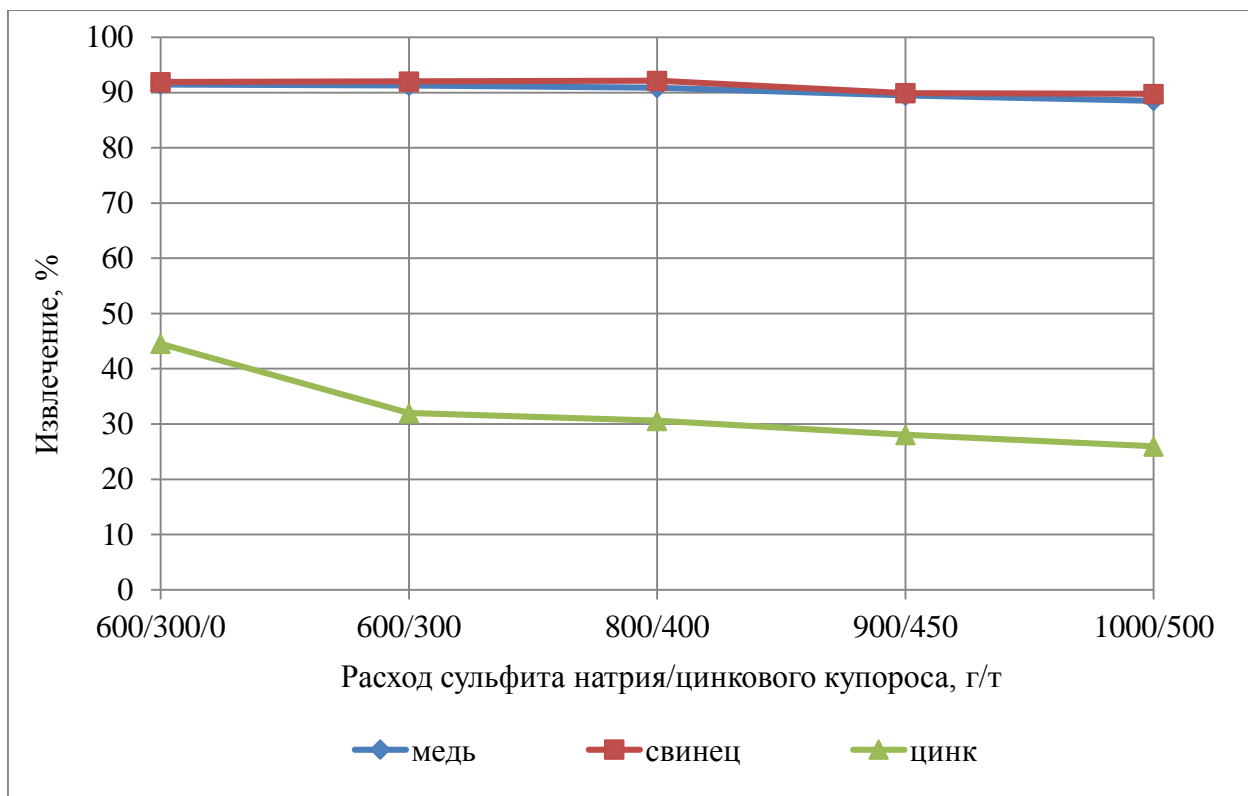


Рисунок 4 – Влияние расхода сульфита натрия и цинкового купороса в присутствии реагента полиметиленафталинсульфоната – 80 г/т на флотацию меди, свинца и цинка в медно-свинцовом цикле флотации

Полученные данные свидетельствуют о том, что увеличение расхода основных депрессоров даже при незначительном расходе полиметиленафталинсульфоната приводит к снижению потерь цинка с медно-свинцовым концентратом с 40,67 % до 20,00 % при незначительном снижении извлечения меди и свинца.

С целью уточнения и корректировки технологического и реагентного режимов обогащения полиметаллической руды, а также технологических показателей обогащения проведены контрольные опыты в замкнутом цикле по принципу непрерывного процесса. Сравнительные результаты флотационных опытов при обогащении руды Степного месторождения с использованием сульфита натрия и цинкового купороса для депрессии цинковых минералов и сочетания полимерного полиметиленафталинсульфоната с сульфитом натрия и цинковым купоросом представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнительные результаты флотационных опытов

Продукты обогащения	Массовая доля, %			Извлечение, %			Условия проведения опытов
	медь	свинец	цинк	медь	свинец	цинк	
Медный концентрат	20,78	4,43	5,96	78,91	7,86	4,25	Доизмельчение Na ₂ SO ₃ /ZnSO ₄ – 900/450 г/т I основная Cu-Pb флотация Na ₂ SO ₃ /ZnSO ₄ – 900/450 г/т
Свинцовый концентрат	1,12	47,62	13,72	4,02	80,08	9,27	
Цинковый концентрат	1,51	1,63	52,18	12,06	6,08	78,28	
Медный концентрат	20,82	4,03	5,01	82,65	7,47	3,71	Доизмельчение Na ₂ SO ₃ /ZnSO ₄ – 500/250 г/т полиметиленафталинсульфонат – 80 г/т I основная Cu-Pb флотация Na ₂ SO ₃ /ZnSO ₄ – 500/250 г/т
Свинцовый концентрат	1,36	49,42	11,93	4,80	81,59	7,92	
Цинковый концентрат	0,91	1,24	52,04	7,47	4,76	80,28	

Результаты флотационных опытов при обогащении труднообогатимой полиметаллической руды Степного месторождения, показали возможность использования полиметиленафталинсульфоната в сочетании с депрессорами цинковых минералов – сульфита натрия и цинкового купороса с улучшением технологических показателей обогащения. Следует отметить, что введение полиметиленафталинсульфоната позволило сократить расход основных депрессоров: сульфита натрия на 43 %, цинкового купороса на 30 %, при повышении извлечения меди, свинца и цинка на 3,74 %; 1,51 %; 2,00 % в одноименные концентраты с повышением их качества.

Таким образом, в результате проведенных исследований при обогащении труднообогатимой полиметаллической руды Степного месторождения, разработан реагентный режим по бесцианидной технологии, включающий сочетание реагентов: сульфита натрия, цинкового купороса и полиметиленафталинсульфоната, обеспечивающий более глубокую депрессию цинковых минералов и пирита. Введение полиметиленафталинсульфоната в технологический процесс в сочетании с сульфитом натрия и цинковым купоросом, позволяет повысить качество получаемых концентратов с повышением извлечения меди, свинца и цинка при сокращении расхода основных депрессоров.

Результаты промышленных испытаний нового депрессора цинковых минералов – полиметиленафталинсульфоната, проведенные с 01.05.2014 г. по 12.05.2014 г. 2014 г. на обогатительной фабрике ОАО «Сибирь-Полиметалл», при обогащении

полиметаллической руды показали, что использование нового реагента позволяет поднять извлечение меди на 5 - 10 %, цинка на 6 -8 %, свинца на 8 - 9 %.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кошербаев К.Т., Соколов М.А. Применение сульфитных соединений при флотации полиметаллических руд // Физико-химические основы комплексной переработки руд Средней Азии, Душанбе : Донши, 1970.
2. Горенков Н.Л. О действии гидросульфита и сульфита натрия на флотационные свойства сульфидов при флотации полиметаллических руд // Обогащение руд, 1978, № 3. с 16-19.
3. Кошербаев К. Т., Аскарлова Г.Е., Нурлыбаев Р.Е. Современное состояние вопроса селекции медно-свинцово-цинково-пиритного концентрата // Научные основы и практика переработки руд и техногенного сырья. Материалы XVI международной научно-технической конференции. Екатеринбург, 2011, с. 143-146.
4. Абрамов А.А. Флотационные методы обогащения. М.: МГТУ, 2008, с. 707.
5. Патент 2496583 РФ. Модифицированный реагент для флотации цинксодержащих руд цветных металлов. / А.В. Авербух, С.Л. Орлов, М.И. Стихина, З.Х. Щербакова, С.В. Мамонов.
6. Козлова И.П. Особенности технологии обогащения полиметаллических руд на Рубцовской обогатительной фабрике. Материалы научно-практической конференции «Создание высокоэффективных производств на предприятиях горно-металлургического комплекса». Екатеринбург. Уральский рабочий 2012, 3-4 сентября 2012. Верхняя Пышма, с. 35-37.