

ӘОЖ 622.7

МЫСҚҰРАМДЫ ПОЛИМЕТАЛЛ КЕНДЕРІНІҢ ФЛОТАЦИЯСЫНЫҢ РЕАГЕНТТІК РЕЖИМДЕРІН ОҢТАЙЛАНДЫРУ

Назарбаева Ақерке Алтынбекқызы

akerke.nazarbayeva@bk.ru

М089– Физикалық химия мамандығы бойынша 2 курс магистранты

Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Нұр-Сұлтан, Қазақстан

Ғылыми жетекшісі - Р. М. Шляпов

Ғылыми кеңесші - х.ғ.д., профессор Ш. К. Амерханова

Мыс-мырыш-пирит кендерін өңдеу кезінде тікелей селективті де, ұжымдық флотация схемалары да қолданылады. Схеманы таңдау кеннің нақты құрамымен, сульфидті минералдардың таралу сипатымен, олардың тотығу дәрежесімен, пирит пен мыстың қайталама минералдарымен анықталады.

Кендерді байыту үшін зерттеудегі маңызды міндет-флотацияның оңтайлы параметрлерін таңдау. Оны шешу кезінде көп параметрлі жүйені оңтайландыру мәселесі туындайды, флотациялық реагенттердің шығындары-флотация процесінің көрсеткіштері. Процестің түпкілікті тиімділігіне экономикалық факторлардың әсерін ескеретін мыс кендерін флотациялау режимдерін оңтайландыру үшін оңтайландырудың кешенді критерийлерін қолдану ұсынылды. Факторлық экспериментті қолдана отырып, тік көтеру әдісін қолданған кезде оңтайландырудың күрделі критерийін - келтірілген шығындардың функциясын флотациялық реагенттерді тұтынумен байланыстыратын регрессиялық теңдеулерді қолдану негізделген. Ұжымдық мыс флотациясы процесі үшін қалдықтарда жоғалған металдардың мөлшерін және ұжымдық концентраттан пиритті қалпына келтіруге арналған шығындарды қамтитын критерий қарастырылады. Флотация процесі үшін оңтайландыру критерийі әр түрлі мыс концентраттарында жоғалған мыс құнын, сондай-ақ концентрат сапасының төмендеуінен болатын шығындарды қамтиды. Ұжымдық және селективті мыс-молибден флотациясы процестерінің оңтайлы реагенттік режимдерін есептеу мысалдары келтірілген. Жеке параметрлер үшін жергілікті регрессиялық теңдеулерді қолданған кезде реагенттердің шығындарын түзету бағытын таңдауда белгісіздік сақталатындығы көрсетілген. Келтірілген шығындар критерийін пайдаланған кезде мұндай белгісіздік жоқ.

Мыс және сфалерит минералдарының селективті бөлінуі көбінесе мыс минералдарының түріне байланысты болады. Халькопирит пен сфалеритті флотациямен бөлу өте оңай, ал сфалерит пен мыстың қайталама минералдары әлдеқайда күрделі. Бұл негізінен қайталама мыс сульфидтерінің ерігіштігінің жоғарылауымен түсіндіріледі, бұл целлюлозада сфалеритті белсендіретін мыс иондарының пайда болуына әкеледі. Егер целлюлозада мыс иондары болса, сфалерит пен мыс минералдарының флотациясындағы табиғи айырмашылық сфалерит бетіндегі мыс иондарының адсорбциясына байланысты жоғалады.

Белсенді емес сфалерит флотациялық белсенділіктің төмендеуіне ие. Флотация тәжірибесінде мыс сульфаты сфалерит активаторы ретінде қолданылады, оны тұтынуды қатаң бақылау керек.

Мыс-мырыш-пирит кендерінің екі түрі ерекшеленеді: сульфидтердің жалпы мөлшері 70% - дан асатын үздіксіз (жаппай) сульфидті кендер және сульфидтердің мөлшері 50% - ға дейін

қиылысқан кендер [2]. Отандық кен орындарына тән массивтік кендер өте қиын, бұл ауыр металдардың еритін тұздарының, мыс минералдарының, сондай-ақ сульфидтердің жұқа өзара өнуінің болуымен байланысты. Массивті кендерді өңдеу кезінде кейде мыс пен сфалерит минералдарын ғана емес, сонымен қатар сфалерит пен пиритті де таңдау қиынға соғады.

Мыс-мырыш-пирит кендерінің минералогиялық құрамы технологиялық схемаға және флотацияның реагенттік режиміне тікелей әсер етеді. Егер кендегі мыс негізінен халькопиритпен ұсынылса, әдетте халькопирит пен сфалериттің дәйекті селективті флотация схемасы қолданылады, әйтпесе, әсіресе сульфидтер жұқа өзара өнуімен сипатталса және салыстырмалы түрде өрескел ұнтақтау арқылы тау жыныстарынан бөлінуі мүмкін болса, барлық сульфидтердің ұжымдық флотация схемасы кейіннен іріктеледі. Ресейлік зауыттарда флотация алдында бастапқы кенді ұсақтау әдетте 80-90% сыныпты -0,074 мм, шетелдік зауыттарда-70% сыныпты -0,074 мм аспайды. Сонымен қатар, технологиялық процесс барысында белгілі бір байыту өнімдері ұсақталады [3]. Сульфидті мыс-мырыш, полиметалл рудаларын флотациялаудың ұжымдық циклдарында, сульфидрил коллекторлары, мыс сульфидтері мен сфалеритті қолдана отырып, көбік флотациясы өніміне шығарады. Мыс кенін флотациялаудың келесі циклдарында сфалерит, көбінесе пиритпен бірге, камералық флотация өніміне ауысады..

Минералды шикізатты флотациялау кезінде тек селективті коллекторларды таңдау және реагентті флотация режимдерінің бағалы компоненттің толық қалпына келуіне әсерін зерттеу ғана емес, сонымен қатар минералды флотация кинетикасы да кезек күттірмейтін міндет болып қала береді. Бұл жағдай өндірістік флотациялық машиналардың флотация фронтының бойында әртүрлі минералдардың көбік пен камералық өнімдерге тең емес қалпына келуінен көрінеді. Мұның бәрі сульфидті мыс-мырыш кендерін байытуға қатысты. Мыс-мырыш-пирит кендері флотация режимі тұрғысынан ең күрделі түрлердің бірі болып табылады.

Шетелдік зауыттарда әлсіз реагенттер-жинағыштар (пиритке қатысты белсенділігі төмен) ең аз шығынмен қолданылады, бұл селективті флотацияны жеңілдетеді. Натрий диэтил - және дибутилдитиофосфаты, аммиак крезил аэрофлоты, этил және изопропил ксантогенаттары, сирек — амил ксантогенаты және минерек жиі қолданылады. Жинаушылардың шығындары сирек 50 г/т-дан асады. Мыс-мырыш-пирит кендерін флотациялаудың шетелдік және отандық тәжірибесінде қолданылатын көбіктендіргіштердің ассортименті аз. Негізгі көбіктендіргіштер-қарағай майы, метилизобутилкарбинол, Т-66 және ауыр майлар [4].

Мыс және мырыш минералдарын таңдаудың өнеркәсіптік әдістері көбінесе сфалеритті басу схемасы бойынша жүзеге асырылады. Сфалеритті депрессия үшін цианид немесе цианидсіз технология қолданылады. Цианид технологиясы бір цианидті қолдануға немесе көбінесе цианидті мырыш сульфатымен, натрий сульфитімен және күкірт газымен бірге қолдануға негізделген. Сфалеритті цианидпен басу мыс катиондарының минерал бетінен ерітіндіге ауысуымен байланысты. Шамамен 100 г/т тұтынылған кальций цианиді американдық флотация тәжірибесінде сфалериттің негізгі қоздырғышы болып табылады.

Сфалерит натрий цианиді мен мырыш сульфатының комбинациясымен тиімді түрде басылады, олар сфалерит бөлшектеріне селективті түрде жабысып, олардың депрессиясын анықтайтын мырыш цианидінің коллоидтық тұнбасын құрайды. Натрий цианидін мырыш цианидіне байланыстыру үшін мырыш сульфатының шығыны натрий цианидінен шамамен 3 есе көп болуы керек [5].

Кен минералдарының құрылымдық-мәтіндік ерекшеліктері байыту нәтижесіне үлкен әсер етеді. Шығыс Қазақстандағы Николаев кен орнының мыс-мырыш кендерін өңдеу мысал бола алады. Кен орнында кристалды және метаколлоидты кендер бар. Егер біріншісінде мыс және мырыш сульфид түйірлерінің салыстырмалы түрде үлкен мөлшері болса және селективті флотациямен оңай байытылса, екіншісінде мыс және мырыш минералдарының эмульсиялық

өзара қиылысуы бар және іс жүзінде таңдау мүмкін емес. Осының салдарынан метаколлоидты кендерден әзірге тек ұжымдық концентраттар ғана алынады.

Мыс-мырыш және полиметалл кендерін селективті флотациялау кезінде пириттің флотирленуі пульпаның сұйық фазасының иондық компоненттерінің концентрациясының мәндеріне байланысты, олар жер үсті қосылыстарының құрамын және жинағыштың сорбциялық қабатының қалыптасуын анықтайды [6]

- Пириттің бетінде, оның флотациясы жағдайында аралас құрамдағы сульфгидрил жинағыштың сорбциялық қабаты байқалады [7];

- Жинағыш сорбциясының физикалық формасы-дискантогенид молекулалары, олардың пирит бетінде түзілуі ксантогенат иондарының тотығуы нәтижесінде немесе минералды бөлшектердің бетінде сіңірілген оттегі молекулалары арқылы немесе ксантогенат иондарының тотығуы арқылы қос электр қабатының сыртқы қабатында оттегі молекулалары арқылы мүмкін болады [8];

Осылайша, пирит бетіндегі коллектордың сорбциялық қабаты химиялық сіңірілген темір ксантогенатынан (II) немесе темір ксантогенатынан (III) және физикалық адсорбцияланған дискантогенид молекулаларынан тұруы мүмкін.

Байыту тәжірибесінде сульфидті кендерді флотациялаудың реагенттік режимдерінің селективтілігін жоғарылату мыналарды біріктіруге негізделген [9]:

- әлсіз және күшті бір кластағы коллекторлар, мысалы, әр түрлі ұзындықтағы көмірсутек радикалдары;
- иондық және иондық емес, мысалы ксантаттар мен тионокарбаматтар; дитиофосфаттар мен тионокарбаматтар, ксантоген қышқылының эфирлері; ксантаттар мен аполярлық майлар және т.б.;

Әр түрлі жинау қасиеттері бар селективті реагенттердің комбинациясын қолдану күрделіліктің артуына және қиын шикізат пен тауарлардың сапасын арттыруға ықпал етеді.

Осы міндеттерді шешу үшін диалкилдитиофосфаттарды қолдану тиімдірек болып табылады. Флотация бойынша эксперименттік жұмыс флотациялық машинада жүргізілді, 0,5 литрлік камерада концентраттың шығымы салмақ бойынша бағаланды. Нәтижелер 1-2 кестелерде көрсетілген

Жұмыс барысында қолданылған әрбір флотациялық реагенттер мен шыққан өнімдер жайлы мәліметтер (кесте 1) көрсетілген.

Кесте 1

Түсті металдық кен – натрийдің диизопропилдитиофосфаты жүйесіндегі технологиялық сипаттамалардың өзгеруі

№	U _{компр} ессор, В	V _{ауа} , л/сағ	Негізгі флотореаг енттің шығыны, г/т	m (эк),г	m _{конц.} , г	m _{қалд.} , г	Скалд.флото реагент, Моль/л
1	6	150	50	0,5	0,065	5,87	2,90*10 ⁻⁴
2	6	170	150	0,2	0,155	7,99	1,20*10 ⁻⁴
3	6	190	250	0,1	0,285	8,56	2*10 ⁻⁴
4	9	150	150	0,1	0,18	8,74	11,86*10 ⁻⁴

5	9	170	250	0,5	0,14	6,82	$1,10 \cdot 10^{-4}$
6	9	190	50	0,2	0,25	6,86	$11,01 \cdot 10^{-4}$
7	12	150	250	0,2	0,095	7,46	$80,2 \cdot 10^{-4}$
8	12	170	50	0,1	0,16	8,54	$0,84 \cdot 10^{-4}$
9	12	190	150	0,5	0,1	7,42	$83,7 \cdot 10^{-4}$

Концентраттың шығуын өзгерту бойынша деректер негізінде әрбір факторға жеке тәуелділік алынды. Содан кейін матрицаларды қолдана отырып, әр фактор деігейіне іріктеуді жүзеге асырды. Оңтайлы параметрлерді табудың ең танымал тәсілі – жеке функциялардың максимумы арқылы. Тәжірибелік деректерді өңдеу нәтижесінде жалпыланған математикалық теңдеулер алынды (кесте 2).

Кесте 2. Концентраттың шығуының әрбір факторға жеке тәуелділігі және олардың корреляция коэффициенттері

	Факторлар	Функция $Y=f(x)$	R^2
$m_{\text{конц}}$	ауаның берілуі, л/сағ	$y = 0,3657x^2 + 0,0235x - 1,972$	1
	Айналу жылдамдығы, В	$y = -0,0052x^2 + 0,085x - 0,155$	1
	m (эк), г	$y = 0,8267x^2 - 0,3306x - 0,0313$	1
	Негізгі флотореагенттің шығыны, г/т	$y = 0,0016x^2 - 0,0238x + 0,086$	1
	Айналу жиілігі, Гц	$y = -0,024x^2 + 0,0269x + 0,1439$	1
$m_{\text{қалд}}$	Ауаның берілуі, л/сағ	$y = -0,0007x^2 + 0,26x - 14,862$	1
	Айналу жылдамдығы, В	$y = 0,0185x^2 - 0,2778x + 8,4733$	1
	m (эк), г	$y = -211,63x^2 + 80,287x + 0,7688$	1
	Негізгі флотореагенттің шығыны, г/т	$y = 4,6667x^2 + 2x + 0,133$	1
	Айналу жиілігі, Гц	$y = 0,0101x^2 - 0,0101x + 7,5642$	1

Алынған математикалық модельдер кез келген берілген жағдайларда концентраттың шығу мәнін табуға мүмкіндік береді. Одан әрі флотация процесінің химиялық-техникалық параметрлеріне ең маңызы фактордың әсеріне бағалау жүргізілді. Химиялық-технологиялық параметрлер бойынша деректерді талдау концентраттың 15000 г / т әктің шығыныкезінде

шығуының азаюы мыс тотыққан минералдарының бетіне адсорбирлене отырып, ОН⁻ иондарының гидратты қабатының қалыңдығын ұлғайтып, жинағыштың сорбциясын қиындататыны анық. Әктің шығыны 15000-ден 20000 г/т-ға дейін өскен кезде сульфидті мысты алудың төмендеуі сульфидті мыс минералдарының сульфидті айналымда барынша толық флотацияланып, тотыққан мыс флотациясы цикліне аз көшу арқылы жүреді.

Қорытынды

Осылайша, математикалық модельдерді қолдану флотация процесіне әсер ететін басқа да факторлар өзгерген кезде пайдалы компоненттің шығуына қатысты болжам жасауға мүмкіндік береді. Концентрат шығуының флотация процесіне әсер ететін әртүрлі факторларға тәуелділігі анықталды. Флотацияның оңтайлы параметрлері анықталды: мыс шығару үшін 20000 г/т әктас шығыны, флотореагент қоспасының шығысы 100 г/т. Натрий диизопропилдитиофосфаты жинағышы мыс құрамды кендерін ұжымдық байыту үшін жарамды.

Қолданылған әдебиеттер тізімі

1. A.A. Yusupkhodjayev, Sh.T. Khojiyev. Methods of decreasing of Copper loss with Slag in Smelting Processes // International Academy Journal Web of Scholar. Kiev, March 2017, No. 2 (11), Vol. 1, pp. 5 – 9.
2. Чантурия Е.Л., Иванова Т.А., Зимб
3. овский И.Г. Влияние комплексобразователя АМД на флотационное разделение сульфидов медно-цинковых руд. Плаксинские чтения 2011 г. Верхняя Пышма, с. 170-173.
4. Абрамов, А. А. Технология переработки и обогащения руд цветных металлов : учеб. пособие для вузов : в 2 кн. / А. А. Абрамов. – М. : Изд-во Моск. гос. горн. ун-та, 2005. – Кн. 1: Рудоподготовка и Cu, Cu–Pb, Cu–Fe, Mo, Cu–Mo, Cu–Zn руды
5. Skuratov A.P., The heat transfer characteristics in the furnace for one-stage oxygen fuel-fired autogenous smelting of copper sulphide concentrates Pareckiy V.M., Skuratova S.D. Journal of Siberian Federal University. Engineering and Technologies. 2015. Т. 5. № 4. С. 433-441.
6. Schlesinger M.E. Extractive Metallurgy of Copper. Fifth Edition. Elsevier, 2011. 481 p.
7. Шлемов Ю.П., Косторев М.В., Фильшин В.Ю., Ушков Л.А. Отчет о командировке специалистов АО «КАЗЦИНК» и Инжиниринг Доберсек на металлургические заводы фирмы New Boliden, АО «Казцинк». – Усть-Каменогорск, 2012. – 25 с.
8. Roth J.L. Paul W. Technologies for Recycling Steelmaking Residues and Non-ferrous Metals / Conference AIST. November 2–4. 2008. Baltimore. USA. – Pp. 115–118
9. Николайчук В.Ф., Хакуй Г.Г., Щер-батов А.И., Денисов Г.А., Мочалов Н.А., Чехов О.С., Сажин Б.С., Шохин В.Н. и др. Пути улучшения экологической обстановки на Кольчугинском заводе по обработке цветных металлов. Журнал «Обогащение руд» №4, 1998.