

Бірікпе мыс-молибден концентратынан таңдамалы молибден концентратын алу

¹Түсіпбаев Н.Қ., ²Қоқанбаев Ә.Қ. *,
¹Семущкина Л.В., ¹Мұқанова А.А.,
²Мерей Ж.

¹«Металлургия және кен байыту орталығы» АҚ, Алматы қ., Қазақстан
²Әл-фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан.
*E-mail: azymbek.kokanbaev@kaznu.kz

Дәстүрлі флотореагенттермен қайтадан ұнтақтау үдеріс арқылы Ақтоғай кенорнының мыс-молибден біріккен концентратынан таңдамалы мыс және молибден концентраттарын алу мүмкіншіліктері қарастырылды. Қайта ұнтақтаусыз жағдайында молибден концентратындағы молибденнің мөлшері 8,0% болғанда бөлініп шығуы 83,12% және мыс концентратындағы мыстың мөлшері 21,3%, ал бөлініп шығуы 27,96%-ға тең болды. Қайта ұсақтау жағдайында молибден концентратындағы молибденнің мөлшері 24,0%, ал бөлініп шығуы 59,63% және мыс концентратындағы мыстың мөлшері 21,9%, ал бөлініп шығуы 61,23% құрайтындығы көрсетілді. Сонымен, бірікпе мыс-молибден концентратын қайта ұнтақтағанда молибден концентратындағы молибденнің мөлшері 16%-ға, ал мыс концентратының мөлшері 0,6%-ға артты.

Түйін сөздер: бірікпе мыс-молибден концентраты; флотация; қайта ұнтақтау; бөліп алу.

Preparation of selective molybdenum concentrate from collective copper- molybdenum concentrate

¹Tusupbaev N.K., ²Kokanbaev A.K. *,
¹Semushkina L.V., ¹Mukhanova A.A.,
²Merei Zh.

¹Institute of Metallurgy and Ore Benefication "JSC, Almaty, Kazakhstan
²Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan
*E-mail: azymbek.kokanbaev@kaznu.kz

The paper considers possibilities of selective separation of the concentrate of copper and molybdenum from a collective copper-molybdenum concentrate of Aktogay deposit using regrinding and conventional flotation reagents. In the case of conventional flotoreagents, the content of molybdenum in a molybdenum concentrate was 8.0% at extraction effectiveness 83.12%. At 27.96% extraction degree of copper, it's content in the concentrate equaled to 21.3%. After regrinding, molybdenum content in the concentrate was 24.0% at the extraction effectiveness 59.63%, and copper content in the concentrate was 21.9% at the recovery of 61.23%. Thus, the regrinding of a collective copper-molybdenum concentrate resulted in an increase in the content of molybdenum in molybdenum concentrate by 16%, and the copper concentration increased by 0.6%.

Keywords: collective copper-molybdenum concentrate; flotation; regrinding; extraction.

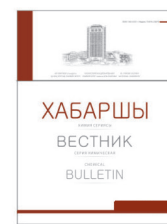
Селективное разделение коллективного медно- молибденового концентрата

¹Тусупбаев Н. К., ²Коканбаев А.К. *,
¹Семущкина Л.В., ¹Муканова А.А.,
²Мерей Ж.

¹АО «Институт металлургии и обогашения», г. Алматы, Казахстан
²Казахский национальный университет им. аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан
*E-mail: azymbek.kokanbaev@kaznu.kz

Рассмотрены возможности селективного разделения коллективного медно-молибденового концентрата Актогайского месторождения с применением традиционных флотореагентов и процесса доизмельчения. В случае использования традиционных реагентов содержание молибдена в молибденовом концентрате составило 8,0%, при извлечении 83,12%, а содержание меди в медном концентрате - 21,3%, при извлечении 27,96%. В случае доизмельчения содержание молибдена в молибденовом концентрате составило 24,0%, при извлечении 59,63%, а содержание меди в медном концентрате - 21,9%, при извлечении 61,23%. Доизмельчение коллективного медно-молибденового концентрата приводит к увеличению содержания молибдена в молибденовом концентрате на 16%, а содержание медного концентрата увеличивается на 0,6%.

Ключевые слова: коллективный медно-молибденовый концентрат; флотация; доизмельчение; разделение.



Бірікпе мыс-молибден концентратынан таңдамалы молибден концентратын алу

¹Түсіпбаев Н.Қ., ²Қоқанбаев Ә.Қ. *, ¹Семушкина Л.В., ¹Мұқанова А.А., ²Мерей Ж.

¹«Жер туралы ғылымдар, металлургия және байыту орталығы» АҚ, Алматы қ., Қазақстан

²Әл-фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан.

*E-mail: azymbek.kokanbaev@kaznu.kz

1. Кіріспе

Минералды шикізаттарды байыту технологиясындағы мәселелерді, яғни шикізаттағы қазбалардың өсуі, өңделінетін кен сапасының күрт төмендеуі, энерго және ресурсты жинақтау және т.с.с. шешу жаңа тәсілдерді талап етеді. Соңғы 20 жылдың ішінде кендегі түсті металдардың үлесі 1,5 есеге төмендесе, ал ондағы қиын байытылатын кендердің үлесі 15 тен 40%-ға өсті.

Молибденқұрамды кендерді байытудың негізгі қиыншылықтары олардың заттық құрамымен ерекшелінеді. Соның ішінде, кейбір байыту өнімдері анағұрлым өте майда ұнтақтауды қажет етеді. Кеннен микрометрлі өлшемді түйіршіктерді флотациялық бөліп алу тиімділігі жоғары емес, сол себепті байыту фабрикаларындағы бағалы компоненттердің шығынын өңдеу бірден-бір шешілмеген мәселе болып табылады. Осы мәселелерді шешуде бүкіл әлемдегі байытушы мамандар атсалысуда [1].

Флотациядағы майда түйіршіктердің атқаратын қызметі олардың ауа көпіршіктерімен соқтығысуы болып табылады. Ал флотация үдерісінің қарқынды жүруі оларға қосымша жинағыштар, аполярлы майлар (керосин, отын майы және т.б.) қосу арқылы жүргізіледі.

Қазіргі уақытта мыс-молибден концентраттарын бөліп алудың кеңінен таралған әдісіне, мыс және темір сульфидтерін басу үшін күкіртті және гидрокүкіртті натрийді қолданады, демек мыс-молибден концентратын 80-90°C температурада қыздырған кезде беріледі. Осындай жоғары температурада оттектің ерігіштігі төмендейді және күкіртті (S²⁻) және гидрокүкіртті (HS⁻) иондарының тотығу дәрежесі төмендейді [2-4].

Әлемдік барлау жұмыстарындағы молибден қоры – 249 мың тоннасы Қазақстан аймағында орналасқан. Молиб-

деннің анағұрлым ірі жерқойнауындағы қорлар Көктенкөл, Ақтоғай, Жоғары-Қайрақты, Қараоба, Айдарлы сияқты кен орындарында тіркелген. Түсті және сирек металды кендердің флотациялық технологиясын жетілдіру мен дамытудағы бастапқы бағыттың бірі, жаңадан таңдамалы әсер ететін органикалық флотациялық реагенттерді жасау болып табылады [5].

Соңғы кездері өндірілетін кен сапасының күрт төмендеуі, ол қиын байытылатын кендердің заттық құрамы мен бағалы компонент үлесінің азаюы және минерал қасиеттерінің бір-біріне жақындығы, майда сеппелілігі тау-кен өнеркәсіптерінің өркендеуіне кері әсерін тигізеді. Осындай минерал шикізаттары үшін, кеңінен таралған флотациялық байыту әдістері қолданыс тапты, демек, берілетін реагент уақыты аса маңызды рөл атқарады.

2. Тәжірибелік бөлім

Зерттеу әдістері. Жұмыста ИҚ-спектроскопия, рентгенфазалық, химиялық, электік талдаулар және флотация қолданылды. Флотация ФЛ-290, ФМ-1 және ФМ-2 (Ресей) флотомашиналарында жүргізілді.

Эксперименттік нәтижелерді талқылау. Ақтоғай кен орны мыс-молибден және бос жыныс минералдарынан тұратын күрделі кешен құрайды. Мұндай кендерді байытудың басты қиыншылықтарына физика-химиялық және флотациялық қасиеттеріне негізделген кендегі сульфидтердің үлесі, кеннің минералогиялық және химиялық құрамының тұрақсыздығы, әрі сульфид минералдарының бір-бірінен жігінің ажырамауы болып табылады. Кеннің негізгі пайдалы минералына халькопирит және молибденит жатады. Бұл кенді химиялық талдаумен зерттегенде, кенде молибден 0,009%; мыс 0,4%; темір 5,2%;

CaO 4,6%; Al₂O₃ 16,5%; SiO₂ 55,7%; MgO 4,6%; Ti 0,27% болатынын көрсетті.

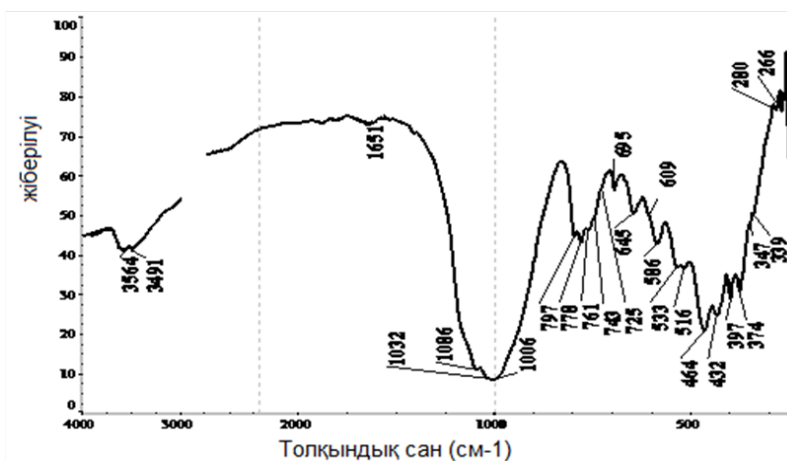
Сондай-ақ, кеннің ИҚС-талдау жұмыстары жасалынды. Спектрлер «Avatar 370» ИҚ-Фурье спектрометрінде алынды, спектр 4000-250 см⁻¹ KRS-5 қондырғысында вазелин майымен қоймалжын түрінде өткізілді, спектр ретінде салыстырмалы түрде вазелин майы түсірілді. Талдау нәтижелері бойынша (1-суретте) сынамада: Олигоклаз (OLIGOCLASE) - (Ca_{0.1-0.3}, Na_{0.9-0.7}) (Al, Si) Si₂O₈ – 1006, 761, 645, 586, 464, 432 см⁻¹; Альбит Na[AlSi₃O₈] – 761, 743п, 725п, 645, 609п, 586, 533, 464, 432 см⁻¹; Ортоклаз (ORTHOCLASE)–К[AlSi₃O₈]–1032, 761, 725п, 645, 586, 432 см⁻¹; Кварц α-SiO₂ – 1086, 797, 778, 695, 516, 464, 397, 374 см⁻¹ және аз мөлшерде пирит FeS₂ – 347 см⁻¹ кездесетіндігі көрсетілді.

Жоғары жылікті аймақта νОН валенттілік аймағындағы толқындық санының - 3564, 3491 см⁻¹ жұтылу

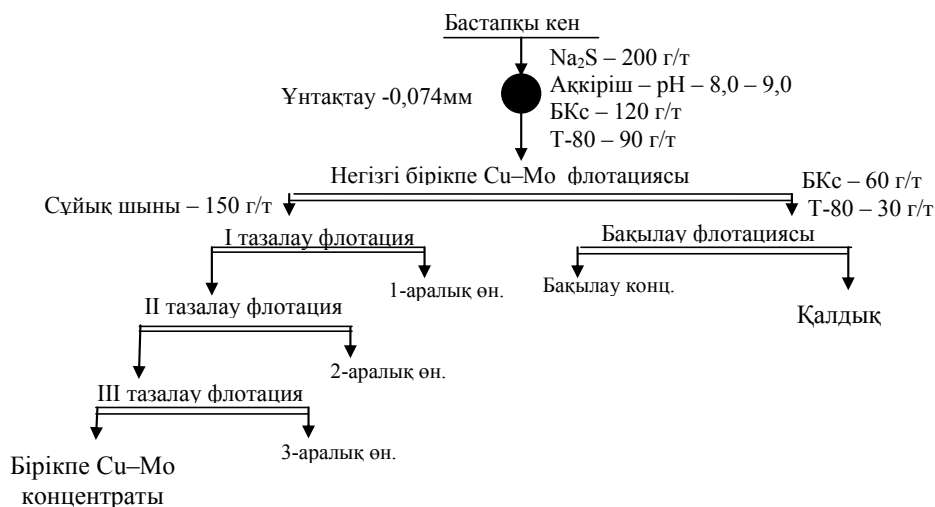
жолағы анықталды. 3564 см⁻¹ жұтылу жолағы νОН валенттілік аймағында хлорит тобындағы минералдарға жатады. Ал, 3491 см⁻¹ жұтылу жолағы пренит Ca₂Al₂ [(OH)₂ | Si₃O₁₀] және алунит KAl₃[(OH)₆|(SO₄)₂] минералдарына сәйкес екендігі анықталды. 340п, 279, 266 см⁻¹ толқындық сандарының жолағы, FeO₆ - 350-250 см⁻¹; MgO₆ - 400-300 см⁻¹ полиэдридтердің сіңу не жұту жолағындағы аймаққа сәйкес келеді.

Қажетті бірікпе мыс-молибден концентратын алу үшін Ақтоғай кен орнындағы бірікпе мыс-молибден флотациясының оңтайлы ұнтақтау дәрежесі мен реагенттік режимінің технологиялық сұлбасы өңделді. Ол негізгі бірікпе мыс-молибден флотациясы, бақылау және үш тазалау флотациясынан тұрады.

Негізгі бірікпе мыс-молибден флотациясына жинағыш ретінде – натрийлі бутил ксантогенаты мен көбіктендіргіш



1-сурет – Ақтоғай кенорнындағы бастапқы кеннің инфрақызыл спектрі



2-сурет – Ақтоғай кенорнындағы бірікпе мыс-молибден флотациясының технологиялық сұлбасы

1-кесте – Ақтоғай кенорнындағы кеннен, бірікпе мыс-молибден флотациясының әртүрлі ұнтақтау уақытымен анықтау нәтижелері

Өнімдердің аталуы	Шығым, %	Үлесі, %		Бөліп алу дәрежесі, %		Ескертпе
		Cu	Mo	Cu	Mo	
Су-Мо концентраты	1,7	15,10	0,250	66,8	26,4	90% кл. – 0,05 мм
1-аралық өнім	8,5	0,10	0,010	2,2	5,3	
2-аралық өнім	1,6	0,29	0,012	1,2	1,2	
3-аралық өнім	1,0	1,00	0,020	2,6	1,2	
Бақыл.флот. конц.	3,4	0,12	0,016	1,1	3,4	
Қалдық	83,8	0,12	0,012	26,2	62,5	
Бастапқы кен	100,0	0,38	0,016	100,0	100,0	
Су-Мо концентраты	1,7	18,20	0,280	78,1	30,1	92% кл. – 0,05 мм
1-аралық өнім	9,1	0,15	0,01	3,4	5,8	
2-аралық өнім	1,7	0,30	0,013	1,3	1,4	
3-аралық өнім	1,2	1,10	0,022	3,3	1,7	
Бақыл.флот. конц.	3,6	0,15	0,015	1,4	3,4	
Қалдық	82,7	0,06	0,011	12,5	57,6	
Бастапқы кен	100,0	0,40	0,016	100,0	100,0	
Су-Мо концентраты	1,7	19,60	0,310	82,2	34,0	94 % кл. – 0,05 мм
1-аралық өнім	9,5	0,15	0,010	3,5	6,1	
2-аралық өнім	1,8	0,30	0,014	1,3	1,6	
3-аралық өнім	1,3	1,10	0,024	3,5	2,0	
Бақыл.флот. конц.	3,7	0,15	0,014	1,4	3,3	
Қалдық	82,0	0,04	0,010	8,1	52,9	
Бастапқы кен	100,0	0,41	0,016	100,0	100,0	
Су-Мо концентраты	1,6	18,50	0,270	74,5	29,9	96 % кл. – 0,05 мм
1-аралық өнім	10,2	0,14	0,010	3,6	7,1	
2-аралық өнім	2,1	0,29	0,013	1,5	1,9	
3-аралық өнім	1,2	1,00	0,022	3,0	1,8	
Бақыл.флот. конц.	2,9	0,12	0,013	0,9	2,6	
Қалдық	82,0	0,08	0,010	16,5	56,7	
Бастапқы кен	100,0	0,40	0,014	100,0	100,0	

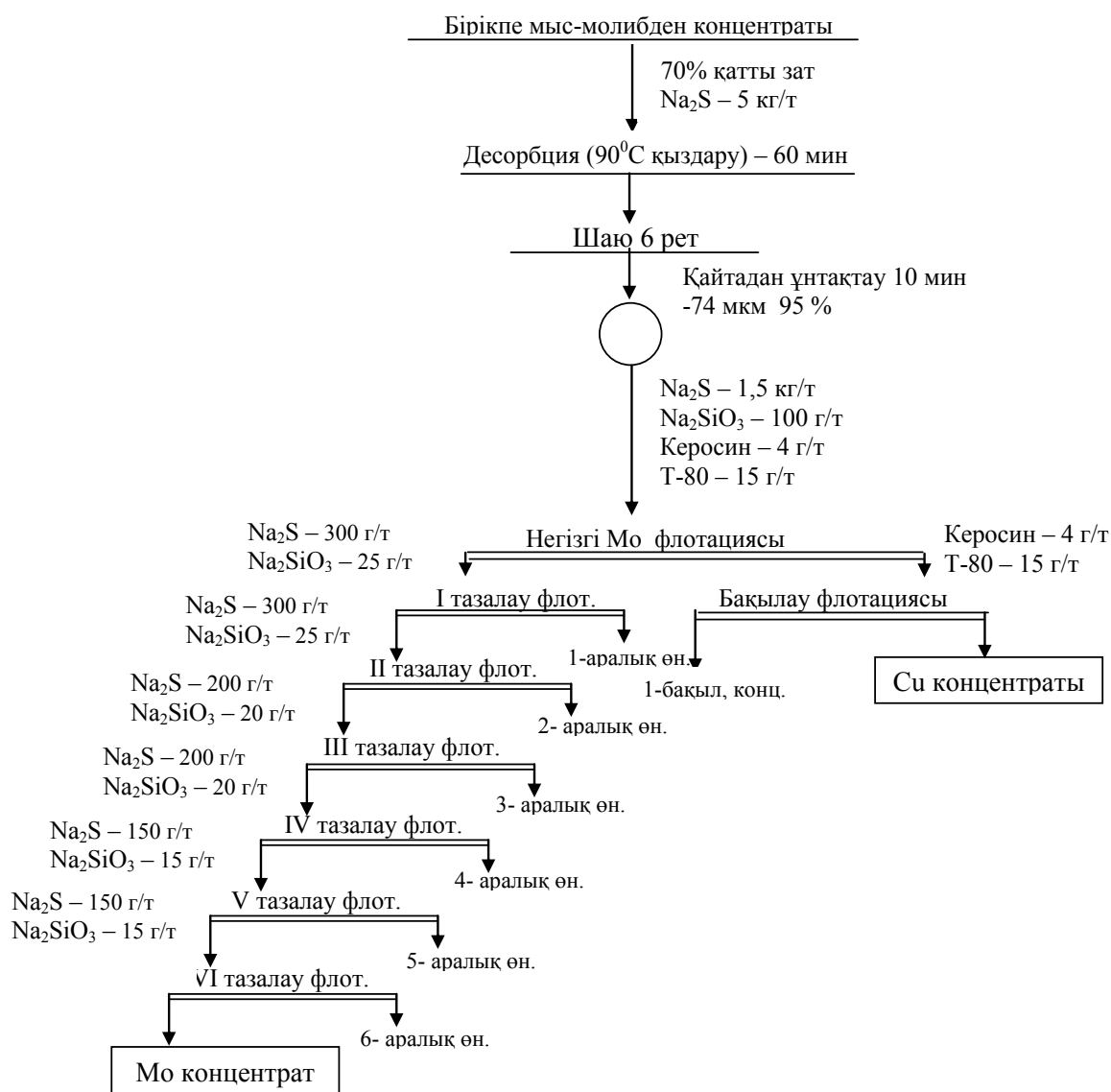
ретінде – Т-80 реагенттерін екі бөліп берілді. Анағұрлым сапалы бірікпе концентраттарды алу үшін, яғни бос жыныс тазалау үшін, тазалау операциясына сұйық шыны беріледі. Ал бақылау флотациясында бірікпе мыс және молибден минералдарын бөліп алу үшін жинағыш пен көбіктендіргіш реагентті беріледі. Бірікпе мыс-молибден концентратың алудың технологиялық сұлбасы 1-суретте келтірілген. Әр түрлі ұнтақтау уақытымен бірікпе мыс-молибден концентратын алу үшін зерттеу жұмыстары жүргізілді. Зерттеу нәтижелері 1-кестеде көрсетілген.

Зерттеу нәтижелері арқылы 0,05 мм кластағы 94% ұнтақтағанда бірікпе мыс-молибден концентраты алынды, ондағы мыстың үлесі 19,6% болғандағы бөліп алу дәрежесі 82,2% және молибденнің үлесі 0,31%, бөліп алу дәрежесі 34,0% құрайды.

Қайтадан ұнтақтау 95% дейінгі 0,074 мм класта жүргізіл-

ді. Бірікпе мыс-молибден концентратын қайтадан ұнтақтаусыз және қайтадан ұнтақтаумен таңдамалаудың зерттеу нәтижелерінің көрсеткіштері 2-кестеде, ал технологиялық сұлбасы 3-суретте берілген.

Әрі қарай, бірікпе циклде натрий бутил ксантогенатының оңтайлы жұмсалуды анықталды. Бутилді натрий ксантогенатының жұмсалуды 100 ден 190 г/т дейінгі аралығы зерттелінді. Бірікпе мыс-молибден флотациясындағындағы бутилді натрий ксантогенатының әртүрлі жұмсалудағы зерттеу нәтижелерін қорытындылайтын болсақ, бірікпе флотациядағы бутил натрий ксантогенатының оңтайлы жұмсалуды 160 г/т құрайтындығы көрсетілді. Бірікпе мыс-молибден концентратындағы мыстың үлесі 21,3%, бөліп алу дәрежесі 84,0%, ал ондағы молибденнің үлесі 0,35%, бөліп алу дәрежесі 37,7%.



3-сурет – Ақтоғай кен орнынан алынған, бірікпе мыс-молибден концентратының таңдамалы флотациясының технологиялық сұлбасы

Ақтоғай кенорнындағы алынған кеннен, бірікпе мыс-молибден концентратынан әрі қарай таңдамалы технологияны өңдеудегі зерттеу жұмыстары жүргізілді. Базалық реагенттер ретінде: натрий сульфиді, керосин, сұйық шыны, Т-80 қолданылды. Таңдамалы мыс және молибден флотациясының технологиялық сұлбасы мен реагенттік режимі 3-суретте келтірілді.

Таңдамалы мыс және молибден концентраттарын алу үшін, бұлау әдісімен 85-90°C температурада күкіртті натриймен десорбцияланды, ол негізгі, бақылау және алты тазалау операциясынан тұрады. Барлық таңдамалы флотацияның операциясындағы ортаның рН-ы 8,5-9,0 аралықты құрайды.

Қайтадан ұнтақтаусыз және қайтадан ұнтақтаумен базалық реагенттерді қолданғандағы бірікпе мыс-молибден

флотациясының селекциялық нәтижелері 2 – кестеде келтірілген.

Қайта ұсақтаусыз жағдайында молибден концентратындағы молибденнің үлесі 8,0% болғандағы бөліп алу дәрежесі 83,12% және мыс концентратындағы мыстың мөлшері 21,3%, ал бөліп алу дәрежесі 27,96%-ға тең болды. Негізгі молибден флотациясының алдында бірікпе мыс-молибден флотациясын қайтадан ұнтақтағандағы 95% -ға дейінгі -0,074 мм класта оңтайлы жағдай анықталды.

2 - кесте – Қайтадан ұнтақтаусыз және қайтадан ұнтақтаумен, базалық реагенттерді қолданғандағы бірікпе мыс-молибден флотациясының селекциялық нәтижелері

Өнімдердің аталуы	Шығым,%	Үлесі, %		Бөліп алу дәрежесі, %		Ескертпе
		Сu	Мо	Сu	Мо	
Мо концентраты	6,69	11,60	8,00	3,83	83,12	Қайтадан ұнтақтаусыз
Сu концентраты	26,60	21,30	0,04	27,96	1,65	
1-аралық өнімі	9,90	13,60	0,16	6,64	2,46	
2-аралық өнімі	3,45	14,50	0,22	2,47	1,18	
3-аралық өнімі	5,21	17,80	0,27	4,58	2,18	
4-аралық өнімі	3,38	18,60	0,40	3,10	2,10	
5-аралық өнімі	3,70	21,90	0,37	4,00	2,13	
6-аралық өнімі	2,64	21,90	0,68	2,85	2,79	
Бақыл. флот. конц.	38,43	23,50	0,04	44,57	2,39	
Бірікпе концентрат	100,00	20,26	0,644	100,00	100,00	
Мо концентраты	1,60	7,30	24,00	0,58	59,63	Қайтадан ұнтақтаумен
Сu концентраты	56,70	21,90	0,05	61,23	4,40	
1-аралық өнімі	8,60	17,90	0,18	7,59	2,40	
2-аралық өнімі	14,90	17,50	1,10	12,86	25,45	
3-аралық өнімі	4,10	18,80	0,30	3,80	1,91	
4-аралық өнімі	2,60	19,60	0,39	2,51	1,57	
5-аралық өнімі	2,10	21,70	0,40	2,25	1,30	
6-аралық өнімі	2,00	22,40	0,70	2,21	2,17	
Бақыл. флот. конц.	7,40	19,10	0,10	6,97	1,15	
Бірікпе концентрат	100,00	20,28	0,644	100,00	100,00	

3. Қорытынды

Қайта ұсақтау жағдайында молибден концентратындағы молибденнің мөлшері 24,0%, ал бөліп алу дәрежесі 59,63% және мыс концентратындағы мыстың мөлшері 21,9%, ал бөліп алу дәрежесі 61,23% құрайтындығы көрсетілді.

Әдебиеттер тізімі

- 1 Абишев Д.Н., Еремін Ю.П. Обогащение тонковкрапленных руд – приоритетное направление горно-металлургического комплекса // Промышленность Казахстана. – 2000. – №2. – С.96.
- 2 Максимов И.И., Кучаев В.А., Отрожденнова Л.А., Колтунова Т.Е., Егорова В.Г. Разработка экономичных способов разделения коллективного медно-молибденово-пиритного концентрата, получаемого на монголо-российском предприятии «Эрдэнэт» // Обогащение руд. – 1997. – №2. – С.32-34.
- 3 Херсонский М.И., Десятов А.М., Гээзгт Ш., Баатархуу Ж., Дэлгэр Р., Туяа Ц. Разработка реагентного режима коллективной флотации медно-молибденовых руд месторождения «Эрдэнэтийн-Овоо» с применением модифицированных аэрофлотов // Материалы 9 Конгресса обогатителей стран СНГ. - Москва, Россия, 2013. – С.624-630.
- 4 Аскарлова М.А., Хушвакова О.Б., Кушимова Ф.К. и др. // Материалы IV конгресса обогатителей стран СНГ. – Москва, 2003. – С.110.
- 5 Jorjani E., Barkhordari H.R., Tayebi Khorami M., Fazeli A. Effects of aluminosilicate minerals on copper–molybdenum flotation from Sarcheshmeh porphyry ores // Minerals Engineering. – 2011. – Vol.24. – P.754-759

References

- 1 Abishev DN, Eremin YP (2000) Industry of Kazakhstan [Promyshlennost' Kazakhstana] 2:96. (In Russian).
- 2 Maksimov II, Mamaev VA, Otrozhdenova LA, Koltunova TE, Egorov VG (1997) Ore beneficiation [Obogashchenie rud] 2:32-34. (In Russian).
- 3 Khersonskii MI, Desyatov AM, Gezegt Sh, Baatarhuu J, Delger R, Tuya C (2013) Development of reagent regime of collective flotation of copper-molybdenum ores of Erdenetiyn-Ovoo deposit using modified aeroflots [Razrabotka reagentnogo rezhima kollektivnoy flotatsii medno-molibdenovyih rud mestorozhdeniya «Erdenetiyn-Ovoo» s primeneniem modifitsirovannyih aeroflo]. Proceeding of 9th CIS Congress of the Mineral Processing Engineers, Moscow, Russia. P.624-630. (In Russian)
- 4 Askarov MA, Hushvakova OB, Kushimova FK et al (2003) Proceeding of the 4th CIS Congress of the Mineral Processing Engineers, Moscow, Russia. P.110. (In Russian)
- 5 Jorjani E, Bakhordari HR, Tayebi Khorami M, Fazeli A (2011) Minerals Engineering 24:754-759.