

the example for studying the influence of anionites nature, salt form (chloride, sulfate and hydroxide) on sorption parameters of osmium. Anionite form of hydroxide using for osmium recovery from prepared wastewater was motivated. It is shown that the technological parameters for osmium sorption from the prepared wastewater are much higher in comparison with initial water.

Keywords: wastewater, osmium, sorption, anionite, filtrate, salt form, recovery.

Поступила 22.05.2014.

УДК 669.21.053.4

Комплексное использование
минерального сырья. № 2. 2014.

М.Б. ЕРДЕНОВА, А.Қ. ҚОЙЖАНОВА*, Л.Л. ОСИПОВСКАЯ,
С.Т. АҚШОЛАҚОВА, Л.О. АМАНЖОЛОВА

«Жер туралы ғылымдар, металлургия және кен байыту орталығы» АҚ, Алматы,
*aigul_koizhan@mail.ru

КӨП КОМПОНЕНТТІ ЕРІТІНДІЛЕРДЕН АСЫЛ МЕТАЛДАРДЫ СОРБЦИЯЛАУ АРҚЫЛЫ БӨЛІП АЛУ

Алтынды көп компонентті күкірт қышқылы ерітінділерімен, тотықтырғыш (NaOCl және FeCl_3) пен биокоспаның қатысуымен сорбциялаудағы зерттеудің нәтижелері көрсетілген. Зерттеулер АМ-2Б, Purolite A-100/2412, CYBERUSX 220 және белсендірілген Норит көмірімен қойылды. Аниониттің ерітіндіге $V_A:V_E$ 1:200 көлемдік қатынасында анионит 85 % алтынды сорбциялайды. $V_A:V_E$ көлемдік қатынасын 1:200 ден 1:500 ге дейін өзгерткенде АМ-2Б орташа негізді анионитімен алтын алу 1,5 есеге төмендейді. Зерттелетін алтынның кешенді аниондары сорбциялау қасиетіне байланысты мына қатар бойынша орналасады: АМ-2Б > Purolite A-100/2412 > CYBERUSX 220. Сонымен тотықтырғыш қосылған ерітінділерден және тотықтырғыш биокоспалардан белсендірілген Норит көмірімен сорбция арқылы алтынды алу 90 және 88 % -ға сәйкес келеді.

Түйін сөздер: Кен, асыл металдар, күкірт қышқылы ерітінділері, тотықтырғыштар, органикалық қоспалар, ион алмасу шайырлары, белсендірілген көмір.

Кіріспе. Асыл металдар өндірісінде көп жағдайда алтын бойынша кедей, қиын өңделетін төмен сортты сульфидті кендер, көп жатып қалған қалдықтар, ескі үйінділер, байыту фабрикасының қалдықтары пайдаланылады. Бұған қоса пайдалы қазбаларды жер қойнауынан бөліп алу дәрежесін арттыру, минералдық шикізатты өңдеудің кешенділігін қамтамасыз ету, өңдеу қалдықтарының қоршаған ортаға зиянды әсерін азайту мәселелерін де шешу қажет.

Асыл металдарды кендерден гидрометаллургиялық бөліп алу оларды әр түрлі еріткіштермен ерітінділеуге негізделген [1, 2] және бұл алтын мен күмісті ерігіш тұздар мен олардың комплекстері түрінде ерітіндіге айналдыратын күрделі гетерогенді үрдіс болып саналады.

Алтынды ерітетін еріткіштер көп, 20-дан асады. Алайда бұл еріткіштердің көбі технологиялық тұрғыдан алғанда пайдалануға жарамайды, яғни уыттылығы, асыл металдарды таңдамалы ерітуі, қалыптасқан бағалары, өнеркәсіптік ауқымда өндіру мүмкіншіліктері жағынан алғанда қажетті талаптарға жауап бере бермейді. Бейорганикалық HNO_3 және HCl қышқылдарының қоспасы («патша арағы») NaCN -ға қарағанда алтынды біршама жақсы ерітеді. Тұз, күкірт, фосфор қышқылдары да ерекше жағдайларда (оттегінің жоғары қысымында, O_3 , CuCl_2 , $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ қатысуында) алтынды еріте алады. CuCl_2 , FeCl_3 , $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ тұздары алтынды 200 °С әжептәуір ерітеді [3].

Үймелік ерітінділеудің өнеркәсіптік тәжірибесінде алтын мен күмісті өнімдік ерітінділерден бөліп алу үшін үш әдіс

қолданылады: АМ-2Б анионитінде сорбциялау, белсендірілген көмірде сорбциялау, металдық мырышта цементациялау. Бұл әдістерді таңдау бірқатар факторларға: ерітіндідегі қоспа элементтердің (Cu, Zn, As) концентрациясына, өндіріс ауқымына, ерітіндідегі Au мен Ag-тің концентрацияларының қатынасына, аймақтағы жұмыс істеп тұрған алтын өндіретін фабрикамен кооперацияға бірлесуіне байланысты [4].

Сорбциялау әдістерінің ішінде ерітінділерден белсендірілген көмірді пайдаланып асыл металдарды бөліп алу тиімді, оған кететін шығын да аз, регенерациялау сұлбасы да қарапайым және оның ерітінді құрамына сезімталдығы да төмен [5,6]. Бұл әдіс шетелдік және отандық алтын өңдеу кәсіпорындарында кеңінен қолданылады.

Қазіргі кезде Ресейде де, шетелде де алтынды бөліп алу үшін белсендірілген көмірлерді пайдалану қалыптасқан тәжірибе. Сонымен қатар алтынға серіктес асыл емес металдардың цианидті комплекстерінің сорбциялануы, олардың белсендірілген көмірдегі мөлшері алтынның мөлшерінен көп болса да, мүлдем дерлік зерттелмей келеді. Тиокарбамидті, хлоридті, бромидті сияқты цианидті емес ерітінділерден алтынды сорбциялау үрдістері және қаныққан көмірден алтынның десорбциясы әлі жеткілікті зерттелмеді.

Әдебиетте [7] келтірілген «алтын – тиоцианат-иондарының судағы ерітіндісі» және «алтын – темір (III) қосылыстары – тиоцианат-иондарының судағы ерітіндісі» жүйелерін термодинамикалық талдау, оларда алтынның $Au(SCN)^{2-}$ және $Au(SCN)^4$ комплексті-иондар түрінде (жеке немесе бірге) болатынын көрсетті. Мұндай жүйелерде алтынның тотығу (I) және тотықсыздану (III) үрдістері жүруі мүмкін. Бірақ, әдебиетте көрсетілгендей алтынның тиоцианат-иондарының қатысуында еруі және алтынның (III) тотықсыздануы салыстырмалы түрде жылдам жүретін үрдістер, ал тиоцианатты ерітінділердегі алтынның ең тұрақты түрі - алтынның (I) тотығуы көп зерттеуді қажет етеді.

Жұмыстың мақсаты: Көп компонентті күрделі ерітінділерден асыл металдарды сорбциялау арқылы бөліп алуды зерттеу.

Тәжірибені жүргізу әдістемесі.

ОН-түріндегі (формасындағы) ионитті дайындау – колонканы 2 %-дық сілті ерітіндісімен немесе 6 %-дық натрий бикарбонатының ерітіндісімен сүзгідегі сілтінің концентрациясы бастапқы ерітіндідегі сілтінің концентрациясына теңескенше шаю арқылы жүзеге асырылады.

Аниониттің тұз түріндегі формасын дайындау үшін ол сәйкес қышқылдың 2-3 %-дық ерітіндісімен өңделеді.

Сорбциялау бойынша тәжірибелер статикалық режимде, 500 айн./мин. жылдамдықпен араластырғанда, 1 см³ ісінген анионит пен ерітіндінің фазаларының (органикалық және су фазалары) 1:500 көлемдік қатынасында, 22÷25 °С температурада ОН формадағы иониттерде жүргізілді.

Реагенттер. Зерттеу нысаны ретінде NaOCl және FeCl₃ тотықтырғыштары мен биокоспалардың – Phellinus түріндегі ағаш саңырауқұлақтарының қатысуында кенді күкірт қышқылымен ерітінділегеннен кейін түзілген ерітінділер алынды. Сорбенттер ретінде АМ-2Б, Purolite A-100/2412, CYB-BERUSX 220 аниониттері және NORIT белсендірілген көмір пайдаланылды.

Талдау әдістері. Ерітінділер мен сорбенттердегі элементтердің мөлшерін анықтау үшін физика-химиялық зерттеу әдістері қолданылды, олар - KRS-5 терезесіндегі сынаманың капиллярлы қабаттарының спектральды диапазоны 4000-400 см⁻¹ болатын ИК-спектроскопиялық әдіс және «Varian Optical Spectroscopy Instruments» фирмасы жасап шығарған атомдық-абсорбциялық спектрометр AA240 қолданылатын химиялық әдіс, D8 Advance (BRUKER) дифрактометрі, α -Cu сәуле шығарғышы қолданылатын рентгенфазалық әдіс.

Нәтижелер және оларды талқылау
Құрамында мг/дм³ өлшемінде болатын 1,5-2,2 Au; 1,3-1,0 Ag және г/дм³ өлшеміндегі 12,3-16,7 Cu; 1,0-1,7 Fe; 1,8-2,3 Zn технологиялық ерітінді Васильковский кенорнының алтын құрамды кенін темір хлоридінің (III), натрий гипохлоритінің және органикалық қоспалар – Phellinus түріндегі ағаш саңырауқұлақтарының қатысуында күкірт қышқылды ерітінділермен ерітінділеу арқылы алынды.

Әртүрлі факторлардың әсерлерін зерттеу

арқылы алтынды бөліп алу дәрежесі шайырлар мен ерітіндінің көлемдік қатынасына ($V_c : V_p$) және сорбциялау үрдісінің ұзақтығына (τ) тәуелді болатыны анықталды.

Тұрақты температура U-2 маркалы термостаттың көмегімен қамтамасыз етілді. Химиялық талдауға сынамалар белгілі уақыт аралықтарында (0,5; 2; 4; 6 сағат) алынды.

Күкірт қышқылды ерітінділерден алтынды сорбциялау бойынша зерттеулер AM-2Б, Purolite A-100/2412 және CYBBERUSX 220 аниониттері пайдаланылып (NaOCl және FeCl_3) тотықтырғыштарының (1 а сурет) және тотықтырғыштар мен биокоспалардың (1 б сурет) қатысуында жүргізілді.

Ең қолайлы температура 25 °C болатыны анықталды. Фазалардың көлемдік қатынасы 1:200 болғанда, алтын анионитпен 85 %-дан артық мөлшерде сіңіріледі. Зерттеу нәтижесінде E-нің V_c/V_p -ға қатысты тәуелділігі бойынша алынған графикалық (сызбалық) кескін (1-сурет), орташа негізді AM-2Б анионитін қолданғанда фазалардың көлемдік қатынасы өскенде алтынды алу дәрежесі күрт (1,5 есеге) төмендейтінін (1 б сурет) көрсетті.

Фазалардың түйісу уақытының ұзақтығы төмен негізді аниониттердің алтынға қатысты әлсіз сорбциялау қасиеттеріне (2 б, 1,1* қисық) мүлдем әсер етпейді. CYBBER USX 220 анионитінің де мысқа қатысты (3*-қисық)

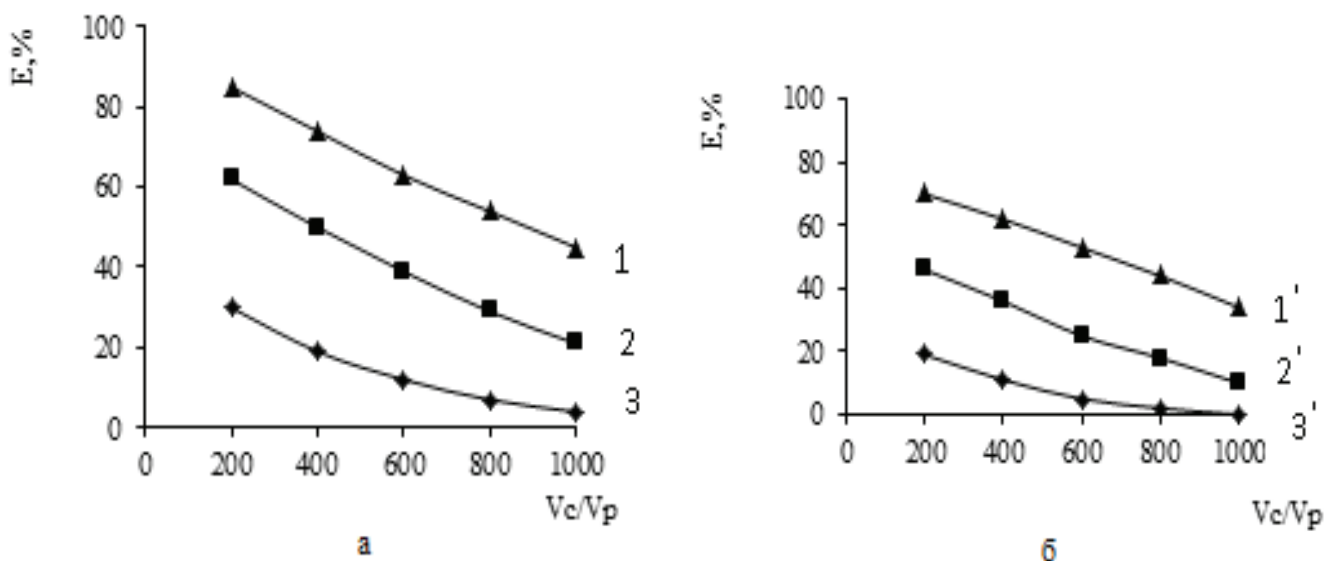
осындай қасиеті байқалады. Бұл оның матрицасының құрылысының ерекшелігімен түсіндіріледі. Мырыштың бөліну дәрежесі (2, 2* қисықтар) төмен негізді екі ионитпен де және мыстың бөліну дәрежесі Purolite A-100/2412 анионитімен де (3 қисық) фазалардың түйісу уақыты ұзарған сайын артады.

2-суретте тотықтырғыштардың қатысуында күкірт қышқылды ерітінділердегі алтынның аниониттермен сорбциялану дәрежесінің фазалардың түйісу уақытына сызбалық (графикалық) тәуелділігі келтірілген.

Онда тотықтырғыштардың қатысуында күкірт қышқылды ерітінділер үшін алтын бойынша ең тиімді AM-2Б аниониті, ал ілеспелі металдар бойынша Purolite A-100/2412 және CYBBERUSX 220 аниониттері болатыны анықталды.

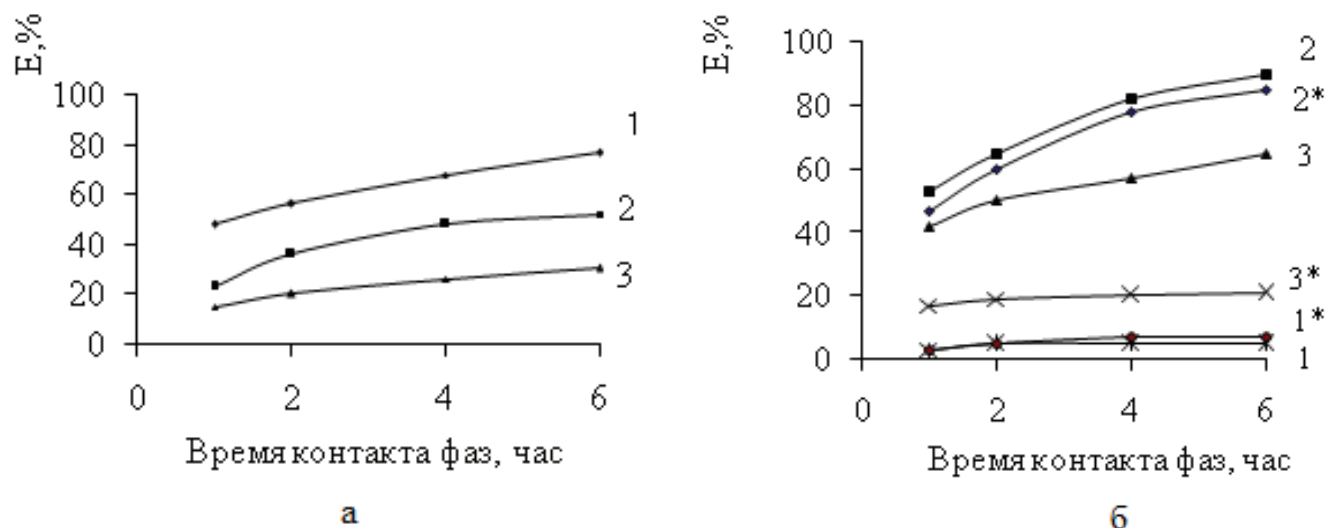
3-суретте тотықтырғыштар мен биокоспаның қатысуында күкірт қышқылды ерітінділердегі алтынның концентрациясына зерттеліп отырған аниониттердің статикалық алмасу сыйымдылығы (CAC) шамасының тәуелділік қисықтары келтірілген.

Сызбаларда көрсетілгендей фазалардың түйісу уақыты ұзарған сайын AM-2Б және Purolite A-100/2412 аниониттерінің алтын бойынша CAC шамалары зерттеліп отырған аралықта өседі.



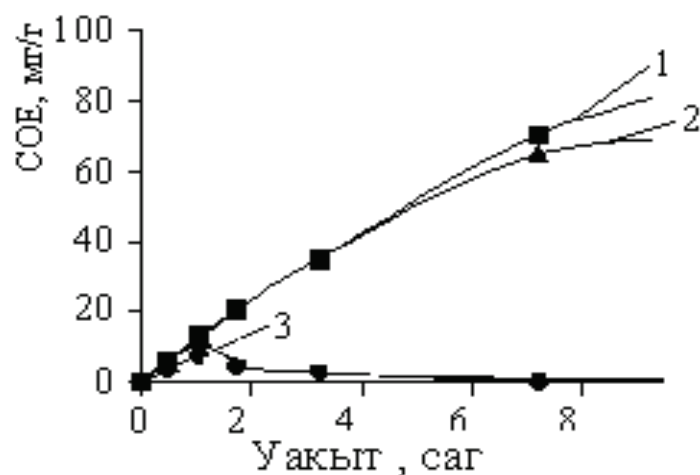
а - 1– AM-2Б; 2 – Purolite A-100/2412; 3 – CYBBER USX 220; б - 1'– AM-2Б;
2' – Purolite A-100/2412; 3' – CYBBER USX 220 - биокоспалардың қатысуында

1 сурет – Фазалардың көлемдік қатынастарына байланысты алтынның аниониттермен сорбциялану дәрежесі



1 – Au; 2 – Zn; 3 – Cu; а – AM-2Б анионитімен; б – Purolite A-100/2412;
б* – CYBBER USX 220 шайырымен

2 сурет – AM-2Б, Purolite A-100/2412 және CYBBERUSX 220 аниониттерімен алтын және ілеспелі металдардың сорбциялану дәрежесі



1 – AM-2Б; 2 – Purolite A-100/2412; 3 – CYBBER USX 220.

3 сурет – Алтын бойынша аниониттердің САС-ның фазалардың түйісу уақытына тәуелділігі

Уақыт одан әрі артқан сайын аниониттердің САС шамалары әр түрлі дәрежеде өзгереді, ең жоғарғы көрсеткішке AM-2Б үшін (1 қисық) 80,1 мг/г-да және Purolite A-100/2412 үшін (2 қисық) 75,0 мг/г-да жетеді, ал CYBBER USX 220 аниониті (3 қисық) алтынды нашар сорбциялайды.

Көміртекті материалдардың сорбциялық және ион алмасқыштық, механикалық, жылу-және электрофизикалық қасиеттері олардың алыну тәсілдеріне байланысты кең аралықта өзгередіні белгілі. Ол тәсілдермен материалдардың құрылысының реттелу дәрежесі, ақа-

улық сипаттамасы және беттің күйі анықталады. Көміртекті денелердің электрондық құрылысының ерекшеліктері бойынша мысалы, олардың электр өткізгіштігінің жоғары болатынын түсіндіруге болады. Көмірлердің электрлік кедергісінің шамасы температураға және оларды алдын ала өңдеу жағдайларына өте көп байланысты.

Норит белсендірілген көмірдің химиялық құрамы 1-кестеде келтірілді.

Сорбция үрдісін салыстырмалы жағдайларда жүргізу арқылы Норит белсендірілген көмірі ион алмасу шайырларымен салысты-

рғанда жоғары кинетикалық сипаттамаларға ие болатыны анықталды. Жоғары көміртекті сорбенттің алтын бойынша сорбциялық сыйымдылығы комплексті ерітінділердегі асыл металдың мөлшеріне байланысты.

2-кестеде ерітінділердегі алтынның, күмістің, мыстың, темір мен мырыштың белсендірілген көмір фазасында таралуы көрсетілген.

Сорбциядан кейінгі белсендірілген көмірді химиялық талдау нәтижелерінің негізінде тотықтырғыштар мен биореагенттердің қатысуында қаныққан белсендірілген көмірді күкірт қышқылды ерітіндімен өндегенде мыс, мырыш және темір ішінара, ал алтын мен күміс іс жүзінде толық ерітіндіге өтетіні анықталды. Мұнда алтынның сорбциялану дәрежесі сәйкес 90 және 88 %-ды құрайды.

Рентгенфазалық талдау (4-сурет) «Норит» белсендірілген көмірдің құрамында көмірдің мөлшері (90 масс. %) жоғары болатынын көрсетті.

Рентгенфазалық D8 Advance (BRUKER) дифрактометрінде мыстың (α -Cu) сәуле шығаруын өлшеу және химиялық зерттеулер жүргізу арқылы белсендірілген «Норит» көмірінің құрылысы мен құрамы анықталды.

Әдетте, көміртекті заттардың рентгенограммасында әртүрлі диффузиялық дәрежеде екі, үш немесе төрт дифракциялық ең жоғары көрсеткіш болады. Ал, бұл үлгінің дифрактометрде зерттелген бұрыштық интер-

валда θ , 4 – 90 градус аралығында екі айқын дифракциялық сәуле шағылыстыру: $\theta \sim 23^\circ, \sim 26^\circ$ байқалады. Үлгінің негізі аморфты болады, дифрактометрде SiO_2 -ні сипаттайтын сәуле шағылыстыру бар.

5-суретте сорбциядан кейінгі ерітінділердің ИҚ-спектрлері келтірілген. Спектрде молекулалық судың валентті $\nu(\text{OH})$ - 3406 см^{-1} , деформационды δHOH - 1645 см^{-1} және либрационды $\nu_{\text{L}}\text{H}_2\text{O}$ - 685 см^{-1} тербелістері байқалады. Сульфат-ионы $[\text{SO}_4]^{2-}$ - 1114 см^{-1} [8, 9]. HSO_4^- тобы - $1197, 1052 \text{ см}^{-1}$ [9].

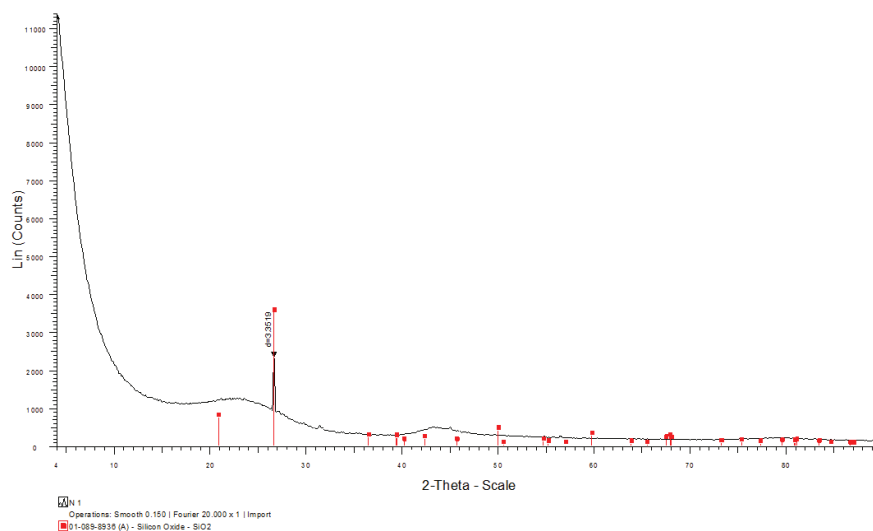
Ерітінділеудің көп компонентті ерітінділерінде алтын мен қоспа металдардан басқа көп мөлшерде күкіртқұрамды қосылыстар болады. Спектрдің 1114 және 1123 см^{-1} толқын ұзындықтары аймағында сіңіру жолақтарының болуына байланысты және толқын ұзындықтары SO_4^{2-} ионының ассиметриялық валентті және деформациялық тербелістеріне сәйкес келетіндіктен күкіртқұрамды қосылыстар сульфат иондары түрінде сорбцияланады деген тұжырым жасалды. Белсендірілген көмірмен сорбциялағаннан кейін ерітіндінің спектрлерінде сіңірудің тұтас аймағы (фоны) шашырағанда максимумдары әлсіз байқалатын, толқын сандары жақын орналасқан сіңіру жолақтары көрінеді, бұл сорбент құрамында көміртектің көп мөлшерде болатынын көрсетеді.

1 кесте – Норит белсендірілген көмірдің химиялық құрамы.

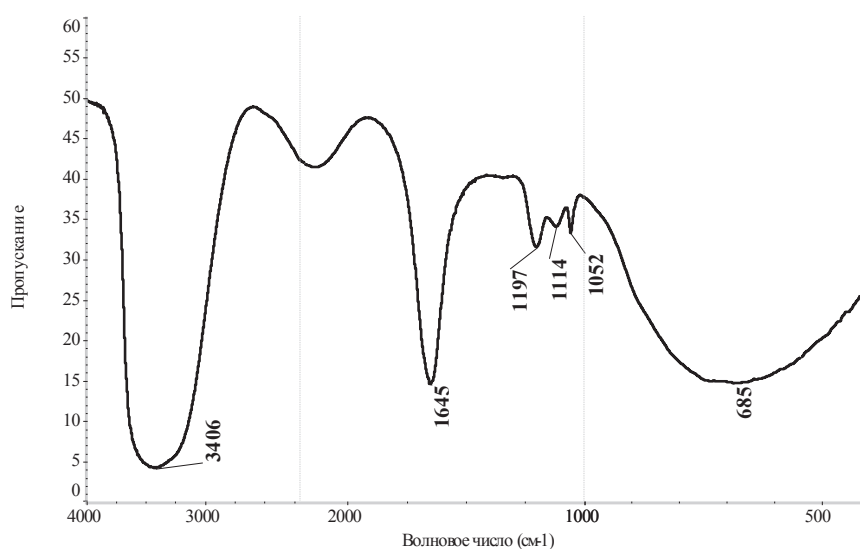
Бастапқы өнім	Құрамы, %				
	C	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO
Норит белсендірілген көмірі	92	0,86	0,58	0,35	0,1

2 кесте – Ерітінділетін комплексті ерітінділердегі асыл және ілеспелі металдарды көмірмен сорбциялау арқылы шығару

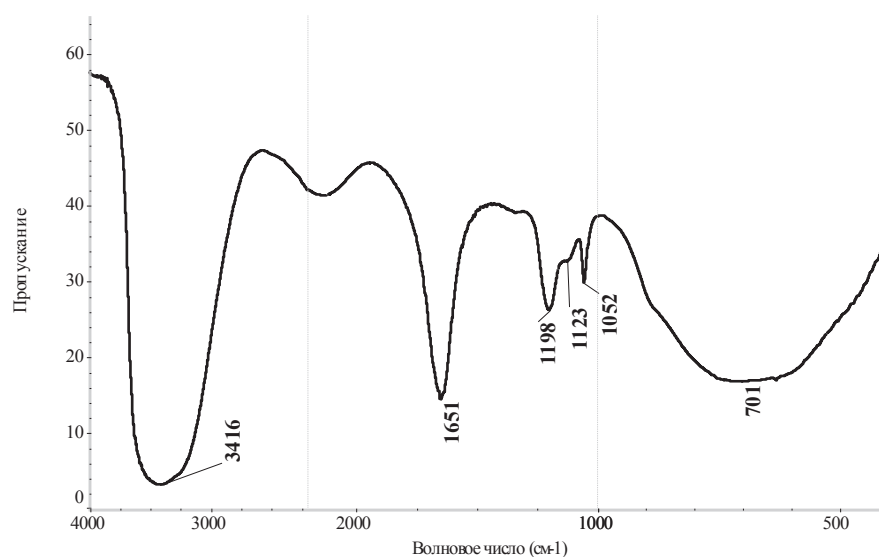
Комплексті түрде ерітінділейтін агент	C, %	τ , час	Бөліну дәрежесі, %				
			Au	Ag	Cu	Zn	Fe
NaOCl мен FeCl_3 қатысуындағы күкірт қышқылды ерітінді	92	6	90	88,5	18,5	20,3	1,8
NaOCl мен FeCl_3 және биоқоспалардың қатысуындағы күкірт қышқылды ерітінді	92	6	88	88,2	16,0	18,5	1,5



4 сурет – Белсендірілген Норит көмірі үлгісінің рентгенограммасы



5 сурет – АМ-2Б анионитімен сорбциялағаннан кейінгі ерітіндінің ИҚ-спектрі



6 сурет – Белсендірілген көмірмен сорбциялағаннан кейінгі ерітіндінің ИҚ-спектрі

Қорытынды. Зерттеу нәтижелерінің негізінде органикалық және су фазаларының көлемдік қатынасы 1:200 тең болғанда, алтын анионитпен 85%-дан артық мөлшерде сорбцияланатыны анықталды. Е-нің V_c/V_p -ға қатысты тәуелділігінің тәжірибелік зерттеулерінің нәтижелері фазалардың көлемдік қатынасы артқан сайын орташа негізді АМ-2Б анионитімен алтынды бөліп алу дәрежесі күрт (1,5 еседен артық) төмендейтінін көрсетті. Алтынның сорбциялануының оның ерітіндідегі концентрациясынан, фазалардың түйісу ұзақтығынан тәуелділігінің заңдылықтарын анықтау және иониттердің алтын бойынша статикалық алмасу сыйымдылығы (САС) шамаларын табу нәтижесінде зерттелген аниониттердің алтынның комплексті иондары бойынша сорбциялық қасиеттері келесі қатарда: АМ-2Б>PuroliteA-100/2412 >CYBBERUSX 220 орналасатынын анықтауға мүмкіндік берді.

Жүргізілген зерттеулердің қорытындысы бойынша қаныққан белсендірілген көмірді күкірт қышқылды ерітіндімен өндегенде мыс, мырыш және темір ішінара, ал алтын мен күміс іс жүзінде толық ерітіндіге өтетіні анықталды. Мұнда алтынның сорбциялану дәрежесі сәйкес 90 және 88 %-ды құрайды. Жоғары көміртекті сорбенттің алтын бойынша сорбциялық сыйымдылығы асыл металдардың комплексті ерітінділердегі мөлшеріне байланысты.

ҚОЛДАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР

- 1 Минеев Г.Г. О кучном выщелачивании золотосодержащего сырья //Цветные металлы. – 1985. - № 1. - С. 96-97.
- 2 Пучкова М.В. Экономическая эффективность перколяционного выщелачивания золота из старых отвалов за рубежом // Цветная металлургия. – 1985. - № 2. - С. 91-92.
- 3 Меретуков М.А., Орлов А.М. Металлургия благородных металлов. - М.:Металлургия, 1991. - 415 с.
- 4 Лодейщиков В. В. Извлечение золота из упорных руд и концентратов. – М.:Металлургия, 1969, 204 с.

5 Кофман В.Я., Хоменко Л.Е. Кучное выщелачивание золота и серебра в США // Цветные металлы. – 1985. - № 10. - С.88-90.

6 Пат. 2052518. РФ. Способ извлечения благородных металлов из обедненных руд . Груднев С.Н., Генчев Ф.Н., Грудева В.И., Бырзев Г.И., Николова И.И., Ненова С.Т., Дойчева А.С., Савов В.А., Джунев Н.И., Давидов Е.Б. Оpubл. 20.01.96.

7 Плаксин И.Н. Гидрометаллургия. Избранные труды. – М.: Наука, 1977. – 176 с.

8 Накамото К. Инфракрасные спектры неорганических и координационных соединений -М.: Мир, 1966. - 412 с.

9 Farmer V.C. The Infrared Spectra of minerals. - London.1974. - 539 p.

10 Казицына Л.А., Куплетская Н.Б. Применение УФ-, ИК- и ЯМР- спектроскопии в органической химии -М.:Высшая школа, 1971. - 264 с.

REFERENCES

- 1 Mineev G.G. *Tsvetnye metally*, **1985**, 1, 96-97 (in Russ.).
- 2 Puchkova M.V. *Tsvetnye metally*, **1985**, 2, С. 91-92.
- 3 Meretukov M.A., Orlov A.M. *Metallurgiya blagorodnykh metallov*, M: Metallurgiya. **1991**, 415 (in Russ.).
- 4 Lodejshchikov V. V. *Izvlечение zolota iz upornykh rud i kontsentratorov*, M: Metallurgiya **1969**, 204 (in Russ.).
- 5 Kofman V.Ja., Homenko L.E. *Tsvetnye metally*, **1985**, 10, 88-90 (in Russ.).
- 6 Пат. 2052518. RU. *Sposob izvlecheniya blagorodnykh metallov iz obednennykh rud*. Grudnev S.N., Genchev F.N., Grudeva V.I., Byrzev G.I., Nikolova I.I., Nenova S.T., Dojcheva A.S., Savov V.A., Dzhunев N.I., Davidov E.B.; **20.01.96** (in Russ.).
- 7 Plaksin I.N. *Gidrometallurgiya. Izbrannye trudy*. M.: Nauka, **1977**, 176 (in Russ.).
- 8 Nakamoto K. *Infrakrasnye spektry neorganicheskikh i koordinatsionnykh soedinenij*. M. Mir. **1966**, 412 (in Russ.).
- 9 Farmer V.C. *The Infrared Spectra of minerals*. London. **1974**, 539 (in Eng.).
- 10 Kazitsyna L.A., Kupletskaya N.B. *Primene-nie UF-, IK- i YaMR- spektroskopii v organicheskoy khimii*.M.: Vysshaya.Shkola. **1971**, 264 (in Russ.).

Резюме

Приведены результаты исследований по сорбции золота из многокомпонентных серноокислых растворов в присутствии окислителей (NaOCl и FeCl_3) и окислителей и биодобавок. Исследования проводились с применением анионитов АМ-2Б, Purolite A-100/2412, CYBBERUSX 220 и активированного угля марки Норит. Установлено, что при объемном соотношении анионита к раствору – $V_A:V_p$ равном 1:200, анионит сорбирует свыше 85 % золота. Показано, что степень извлечения золота среднеосновным анионитом АМ-2Б снижается более чем в 1,5 раза с изменением объемного соотношения фаз $V_A:V_p$ от 1:200 до 1:500. Найдено, что исследуемые аниониты по сорбционным свойствам в отношении комплексных анионов золота располагаются в ряду: АМ-2Б > Purolite A-100/2412 > CYBBERUSX 220. При этом степень сорбции золота углем марки Норит составляет 90 и 88 % из растворов в присутствии окислителей и окислителей с биодобавками соответственно.

Ключевые слова: руда, благородные металлы, серноокислые растворы, окислители, органические добавки, ионообменные смолы, активированный уголь.

Summary

Researches on gold sorption from multicomponent sulfurous solutions at presence of oxidizers (NaOCl and FeCl_3) and oxidizers with bioadditives are resulted. Researches were carried out with application anionites AM-2B, Purolite A-100/2412, CYBBERUSX 220 and the active carbon of mark Norit. It is established, that at volumetric ratio of anionite to solution – $V_A:V_s$ equal to 1:200, anionites sorb over 85 % of gold. It is shown, that the degree of gold extraction by medium basic anionite AM-2B decreases more than 1,5 times with change of volumetric ratio $V_A:V_s$ from 1:200 up to 1:500. It is found, that investigated anionites by sorption properties in relation to complex gold anionites are arranged in row: AM-2B > Purolite A-100/2412 > CYBBERUSX 220. Thus the degree of gold sorption by active carbon of mark Norit is 90 and 88 % from solutions at presence of oxidizers and oxidizers with bioadditives accordingly.

Keywords: gold-bearing ore, noble metals, sulfurous solutions, oxidizers, organic additives, ion-exchange resin, active carbon.

Поступила 28.03.2014.

УДК 669.3.054.8+669.849

**Комплексное использование
минерального сырья. № 2. 2014.**

А.Н. ЗАГОРОДНЯЯ, З.С. АБИШЕВА, А.С. ШАРИПОВА С.Э. САДЫКАНОВА*

*АО «Центр наук о Земле, металлургии и обогащения», Алматы, *alinazag39@mail.ru*

ПОЛУЧЕНИЕ ПЕРРЕНАТА АММОНИЯ ИЗ КИСЛЫХ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ПРОМЫВКИ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ГАЗОВ ПЕРЕРАБОТКИ МЕДНОЙ ШИХТЫ

В статье представлены результаты исследований по изучению качественного, количественного и вещественного составов чернового перрената аммония, полученного из сточных вод от промывки металлургических газов, образующихся при переработке медной шихты по схеме плавка Ванюкова – конвертирование. Установлено, что в черновой соли содержится примерно 95 % перрената аммония и 5 % сульфата аммония. В ней содержится, % (масс.): 67,65 Re, 0,05 S, 0,03 K, 0,002 Na, 0,004 Al, 0,0003 Mn, 0,0013 Mg, 0,003 Si, 0,0001 Mo, 0,0003 Ni, 0,0012 Fe, 0,001 P, 0,0001 Cu, 0,0005 Ca. Методом перекристаллизации из черновой соли получены перренат аммония марки AP-1 (простая перекристаллизация) и марки AP-0 (дробная перекристаллизация). Причем в обеих солях большинство регламентированных ГОСТом 31411-2009 элементов-примесей значительно меньше.

Ключевые слова: аммиачный ренийсодержащий элюат, выпаривание, кристаллизация, перренат аммония, перекристаллизация.