

ҚҰРАМЫ ӘРТҮРЛІ ТЕМІР СУЛЬФИДТЕРІМЕН НИКЕЛЬДІ ШӨГІЛДІРУ

Металлургияның маңызды мәселелерінің бірі – кенді кешенді өңдеу мен қолдану. Құрамында күкірт пен темірден басқа түсті, сирек және асыл металдар бар пирит концентраттары бағалы кешенді шикізатқа жатады.

Қазақстанда құрамында никель мен кобальттың аз кездесетін көптеген кен орындары бар. Мысалы, Соколов-Сарыбай тау-кен өндірістік бірлестігінде (ССТКӨБ), кобальт кендерін сулы магнитті байыту кезінде магнитті сепарациялау қалдықтары алынады, флотациялық байыту кезінде одан құрамында 0,1 % дейін кобальт болатын пиритті концентраттар алады. ССТКӨБ пиритті концентраттарын өңдеу үшін кобальтты 70 % дейін бөліп алуға мүмкіндік беретін арнайы технология ұсынылды.

Республиканың Батыс Қазақстан облысында құрамында 0,7 % дейін никель және 0,05 % дейін кобальт бар никель кендерінің кен орындары бар. Бұрын бұл кендер Оңтүстік Орал никель комбинатына (ООНК, Орск) жеткізіліп, ол жерде басқа кен орындарының бай кендерімен біріктіріле өңделетін. Қазіргі кезде бұл кендерге сұраныс табылмай отыр. Никельқұрамды магнитті концентрат алу үшін

кендерді күйдіре – магнитті байыту әдісін қолдану мен өңдеудің мүмкіндігі қарастырылуда.

Қазақ ұлттық техникалық университетінде никельді кендер мен ССТКӨБ пиритті концентратының қоспасын бірге өңдеу технологиясы жасалды, оның нәтижесінде құрамында 4 % дейін никель болатын, кедей металданған штейндер алынады. Бұдан бұрын, бұл бағытта зерттеулер жүргізген Спитченко В. С., Цефт А. Л., Луганов В. А. және университет қызметкерлері, пирит концентраттарын тікелей өңдейтін технология ұсынған болатын. Ол бойынша пирротин деуші күйдіру жүргізіледі де, оның күйіндісі одан түсті металдарды бөліп алуды көздейтін өңдеуге түседі. Дегенмен, оның құрамындағы никель мен кобальттың мөлшерінің төмен болуына байланысты бұл металдарды кедей штейндерден және пирротинделген күйінділерден бөліп алу жоғары көрсеткіштерге қол жеткізбеді.

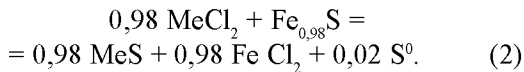
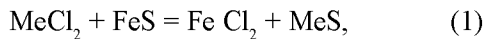
Бұл жұмыстың мақсаты – өнеркәсіптік өңделуі технологиялық және экономикалық тұрғыда тиімді болатын өнім алу үшін, шикізатты химиялық байытудың технологиялық әдістерін негіздеу және жаңа болып табылады.

Біз пиритті концентраттарды автогенді пирротиндеумен күйдіру технологиясын әзірледік, соның нәтижесінде кобальт-никельқұрамды пирротинделген өнім түзілді. Мұндай материалды ары қарай өңдеу никель мен кобальтты ерітінділеп одан оларды селективті бөлумен байланысты. Металдар сульфидтерінің ерігіштігіндегі айырмашылық, бірқатар жағдайларда, қосалқы қоспаларды ерітіндіде қалдырып, негізгі металды таңдаулы шөгелдіруді жүргізуге мүмкіндік береді.

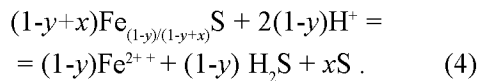
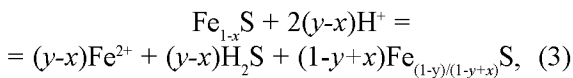
Қиын еритін сульфидтердің шөгелдірілуі Кубаның Мао Бей зауытында темір кендерінен никель мен кобальтты бөліп алудың өндірістік тәжірибесінде қолданылатыны белгілі және бұл кезде 99 % жуық никель мен 98 % жуық кобальт бөліп алынатын никель-кобальтқұрамды сульфидті концентрат алынады [1, 2].

Біз никельді темірқұрамды ерітінділерден әртүрлі табиғатты және құрамды темір сульфидтерімен шөгелдіруді зерттедік, ондағы мақсатымыз – темір сульфидтерінің қолданбалылығы мен процесі жүргізу шарттарын анықтау болды [3].

Металдардың пирротинмен және троилитпен шөгелдірілу механизмі келесі теңдеулермен сипатталады:



Пирротиннің еруі, тіпті тотықтырмайтын ортада да келесі реакцияларға сәйкес, элементтік түрдегі күкірттің троилиттегі стехиометриялық мөлшерінен артықша бөлінуімен жүреді:



Никельді шөгелдіру, ~ 500 мг/дм³ никельқұрамды хлорлы никельдің модельдік ерітінділерімен жүргізілді, ерітіндінің рН ~ 2 жетті. Шөгелдіргіш ретінде вакуумда термиялық ыдыратылған пирит концентратын қолдандық, оның құрамы, %: S – 30,77; Fe – 53,5; Ni – 0,145; Co – 0,14; SiO₂ – 3,79; Al₂O₃ – 2,19; CaO – 0,83; MgO – 0,55 және штейн.

Шөгелдіруді қатты фазаны ұнтақтаумен және ұнтақтаусыз, қайтымды мұздатқышты және араластырғышты шыны колбаларда автоклавсыз жүргіздік. Қатты фазаны ұнтақтау колбаға салынған шыны шариктер көмегімен жүзеге асырылды.

Термиялық ыдыраған концентрат колбаға дәнекерленген ампулаларда тиеліп, шөгелдіру процесі кезінде сындырылды. Тәжірибе аяқталғаннан соң қатты фазаны сұйықтан бөліп, ұқыпты шайып, кептірдік және таразыға тарттық, содан соң екі фазада никель үлесін анықтауға талданды [4, 5].

Соның нәтижесінде никель сульфиді шөгелу кезінде темір сульфидінің беті қиын еритін металдардың сульфидтерімен қапталады. Пирротинде күкірттің мөлшерін, оның еруі үшін, жоғарылатуға ерітіндінің қышқылдығы және тотықтандыру потенциалының барынша жоғары болуы шарт. Сонымен қатар элементті күкірттің бөлінуі байқалады, ол да реакция бетінде қала отырып, ішкі диффузиялық кедергіні жоғарылатады. Одан өзге никель сульфидінің өзі, темір сульфидінің бетіне шөге отырып, қосымша диффузиялық шектеулер тудырады. Мұны FeS-NiS жұбы үшін 1,1 тең болатын Пиллинг-Бедвордс коэффициентінің шамасы да көрсетеді (коэффициент бастапқы және алынған фазалардың көлемдерінің қатынастарын ескереді). Алынған бөлшектердің микроскопиялық талдануы процеске тежеуші әрекетті, күкіртті темірдің бетін жабатын өнімдердің шөгуі кезінде пайда болатын тығыз қабат көрсететінін байқатады. Сондықтан қатты фазаны ұнтақтауды қолдану, процесінің жылдамдығы мен никельдің шөгу дәрежесін арттырады.

Алынған нәтижелер (кесте) ұнтақталған сынамамен жұмыс істеу кезінде никельдің шөгу дәрежесінің 57,6 % дейін жоғарылайтынын, сынамамен ұнтақтауды қолданбаған кезде a_{Ni} 15,8 % шамасынан аспайтынын көрсетеді.

Температураны жоғарылату никельдің шөгелу дәрежесін біршамаға арттырады, бірақ ерітінділердің қайнау температурасы кезінде де a_{Ni} жеткіліксіз болады.

Шөгелдіргіштің шығынын көбейту металдың шөгелу дәрежесін көтеруге мүмкіндік береді, дегенмен 2 сағ ішінде, шөгелдіргіш массасы он есе көбейтілгенде никельдің жартысынан сәл көп мөлшерін шөгелдіруге болады.

Процесс ұзақтығының шөгелдіру процесіне ықпалы көңіл аудартады. Алынған нәтижелер 8 сағ. ішінде шөгелдіргіштің артық шығынынсыз тұнбаға ~ 57 % никельді бөліп алуға мүмкіндік беретінін көрсетті. Бұл тағы да күкіртті темір бетіне сульфидтердің түзілуінің және олардың аласталуының шешуші ықпалын көрсетеді. Никель сульфидінің шөгу жылдамдығын арттыру және шөгелдіргішті толық қолдану үшін қатты фазаны барынша ұқыпты ұнтақтау қажет.

Никельдің никельқұрамды ерітінділерден пирротинделген өніммен шөгілдіру нәтижелері

T, К	t, мин	Стехиометриялыққа үлесті, темір шығыны	ұнтақтаумен		ұнтақтаусыз	
			ортаның рН соңғы мәні	$a_{Ni^{2+}}$ %	ортаның рН соңғы мәні	$a_{Ni^{2+}}$ %
371	120	1,0	2,6	14,3	2,3	3,3
- ²² -	- ²² -	2,0	2,8	19,2	-	-
- ²² -	- ²² -	4,0	3,2	26,6	2,4	12,8
- ²² -	- ²² -	5,0	3,4	37,8	2,45	15,8
- ²² -	- ²² -	8,0	3,5	46,6	-	-
- ²² -	- ²² -	10,0	3,6	55,2	-	-
371	60	1,0	2,3	10,2	2,3	2,85
- ²² -	120	- ²² -	2,6	14,3	2,3	3,3
- ²² -	240	- ²² -	3,1	30,0	-	-
- ²² -	480	- ²² -	3,2	57,6	-	-
293	120	1,0	2,1	2,2	2,0	1,0
313	- ²² -	- ²² -	2,5	6,2	2,1	1,5
333	- ²² -	- ²² -	2,3	7,2	2,1	2,1
353	- ²² -	- ²² -	2,5	11,3	2,3	2,65
371	- ²² -	- ²² -	2,6	14,3	2,3	3,3

Біз никель сульфидін күкіртсутекті темірлі ерітінділерден, бейтараптандырғыш ретінде ірілігі 0,15 мм кедей металдандырылған штейннен бөлінген қышқылды қолданумен шөгілдіруді зерттедік. Оның құрамы, %: Fe – 71,6; Ni – 3,1; Co – 0,29; S – 24,3. Бастапқы хлорлы ерітіндінің құрамында 9,96 г/дм³ никель және 185 г/дм³ темірдің шала тотығы бар; ерітіндінің рН – 0,9.

Тәжірибелер үшін қажетті штейннің мөлшерін есептеу кезінде, ерітіндіге штейннің сульфидті және металдық темірді, ал тұнбаға – бүкіл никельдің өтетінін

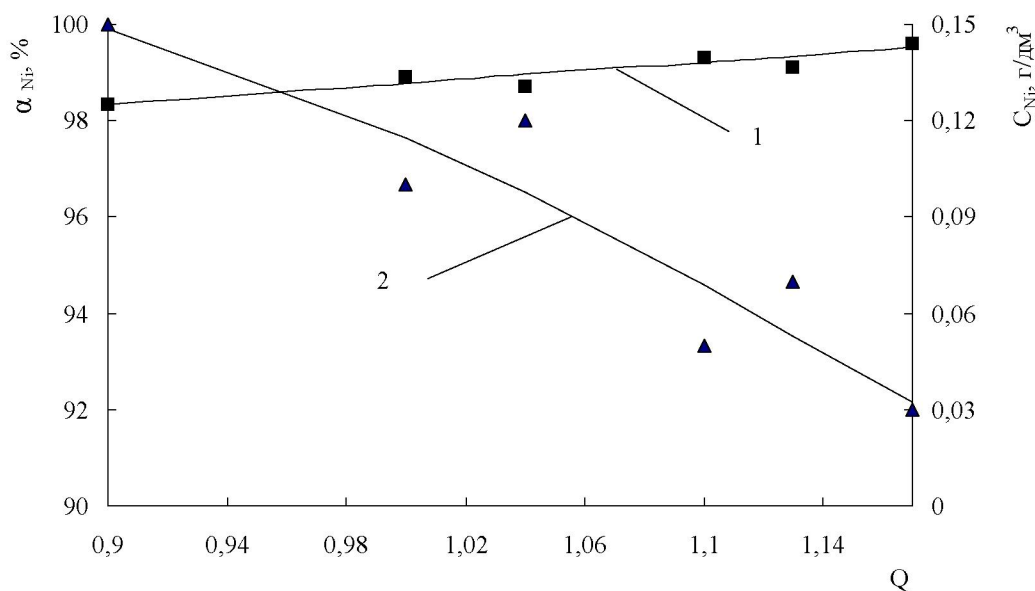
ескердік.

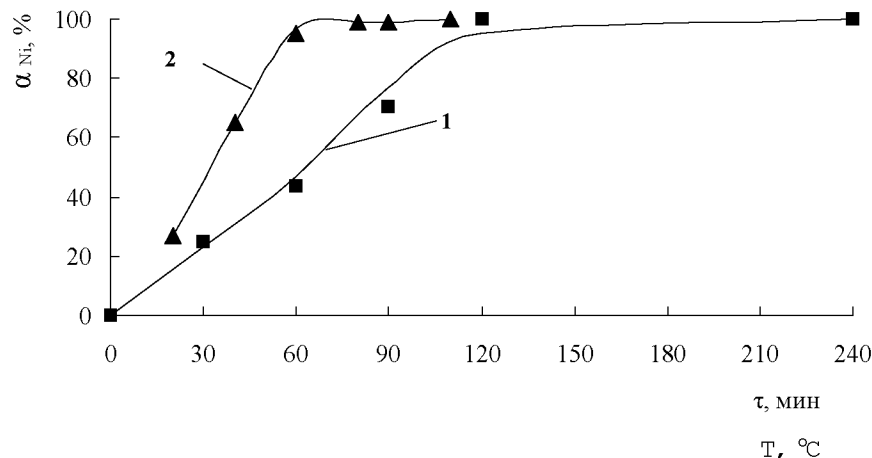
Темірлі ерітінділерден никельді штейнмен шөгілдіру (1-сурет) кезінде, темірсіз ерітінділерден шөгілдірумен салыстырғанда, ешқандай қосымша күрделілік болмайды (кесте).

Никельді шөгілдірілу процесіне температураның әсері байқалады (2-сурет). Металл қосылысының толық шөгуі (98,7 %), температура 90 °С кезінде жүзеге асырылады.

Зерттеуден алынған нәтижелер негізінде, металданған штейнге балқытуды, штейннің коллективті

1-сурет. Штейн шығынының (Q) никельдің шөгілу дәрежесіне ($a_{Ni^{2+}}$ %, 1 қисық) және оның ерітіндідегі қалдықты мөлшеріне ($C_{Ni^{2+}}$ г/дм³, 2 қисық) ықпалы





2-сурет. Штейннің қатысуымен жүргізілген (штейннің артықша коэффициенті – 1,05), никельдің шөгу дәрежесіне температура 106 °С кезіндегі күкіртеутекті никельдің шөгілдірілу ұзақтығының (1) және ерітінді температурасының (2) ықпалы (процесс ұзақтығы – 2 сағ.)

ерітінділенуін және никель сульфидін ары қарай металданған штейнмен селективті шөгілдіруді қамтитын сульфидтік концентраттарды никельге өндеудің құрамды технологиясы ұсынылды.

Сонымен, біз никель- және күкіртқұрамды материалдарды никель бойынша химиялық байы-ту мүмкіндігін анықтадық.

ӘДЕБИЕТ

1. *Habashi F.* The hydrometallurgy of nickel sulfides. 27th annual hydrometallurgical meeting of CIM. Hydro-metallurgy and Refining of Nickel and Cobalt. Proceeding of the Nickel-cobalt 97 International symposium – volume 1. August 17-20, 1997, Sudbury, Ontario, Canada.
2. *Борбат В.Ф., Воронов А.Б.* Автоклавная технология переработки никель-пирротиновых концентратов. М.: Металлургия, 1980. 185 с.
3. *Баймаханова С.С., Чепуштанова Т.В., Шорман А., Луганов В.А.* Основы поведения сульфидов в гидрометаллургических процессах // Международная научно-практическая конференция молодых ученых и специалистов: Сборник докладов. 29-31 октября 2003 г.
4. *Грейвер Т.Н., Зайцева И.Г., Андреев Ю.В.* Сернокислотное выщелачивание пирротиновых концентратов // Цветные металлы. 1987. № 1. С. 12-15.
5. *Баймаханова С.С., Луганов В.А., Көшербаев Қ.Т. Аб-*

дуллин А. Темірлі ерітінділерден никель мен кобальт сульфидтерін шөгілдіру // Вестник Казахского национального технического университета им. К. И. Сатпаева. 2005. №4(40).

Резюме

Исследовано осаждение никеля в форме сульфидов из железосодержащих растворов сульфидами железа различной природы и состава в целях определения их применимости и установления условий осуществления процесса

Summary

In this work was researched the precipitation of nickel in sulfides forms from iron bearing solutions by iron sulfides of differing nature and structure for the purpose of definition their adaptability and establishing of conditions of process realization.

17.02.06 ж. түскен күні