

ВІДНОВЛЮВАНІСТЬ ЗАЛІЗА ТА НІКЕЛЮ ІЗ РУД – ОДИН ІЗ ЕФЕКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ ПОДІЛУ ЇХ НА ФОРМАЦІЙНІ ТИПИ

А.А.Пилипенко, Г.Н.Азроян

ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. (0342) 559698,

e-mail: public@nung.edu.ua

Приводятся результаты исследований вещественного состава оксидно-силикатных железоникелевых месторождений Побужской группы Украинского кристаллического щита. Предложен метод деления их на формационные типы с использованием восстановимости в них железа и никеля. Такой подход в комплексе с другими критериями имеет важное научное и практическое значение.

In given paper the results of researches of material structure of hydro-silicate iron – nickel of fields Pobugs group of UKF are resulted. The method of division them on the formation types with use of restore in them of iron and nickel is offered. Such approach, in a complex with other criteria, has the important scientific and practical meaning.

У процесі вивітрювання формуються два головні генетичні типи нікельових родовищ – залишкові та інфільтраційні. Формаційні типи гіпергенних нікельових та залізо-нікельових руд виділяються на основі хімічного і мінерального складу, будови, спільності генетичних процесів і форм рудоутворюючих мінералів, зрілості та збереженості кори вивітрювання. Відповідно до цього в розрізі можуть розвиватися в різних співвідношеннях руди оксидного і силікатного складу.

Головним критерієм визначення форми знаходження нікелю і заліза в рудах є температура 500°C, за якої відбувається різка зміна характеру відновлюваності. Теоретично, якщо за температури 500°C відновлюється весь нікель, це свідчить про наявність у зразку нікелю тільки в оксидній формі; якщо відновлення за цієї ж температури майже не спостерігається (відновлюється незначна його частина), слід прийняти знаходження нікелю в силікатній формі.

На практиці руди складаються з суміші двох форм, тому у співвідношенні $Ni_{ок}:Ni_{сил} \geq 3:1$ руду можна віднести до оксидної форми; відповідно у співвідношенні $Ni_{ок}:Ni_{сил} \leq 3:1$ вона відноситься до силікатної форми. ($Ni_{ок}$ – нікель оксидної форми; $Ni_{сил}$ – нікель силікатної форми).

Для руд змішаного складу прийняте співвідношення

$$3:1 \leq Ni_{ок}:Ni_{сил} \leq 3:1 .$$

Якщо перейти від співвідношення форм нікелю в руді (які переважно невідомі) до відновлюваності нікелю за температури 500°C, виходячи з його загального вмісту в руді, то відношенню $Ni_{ок}:Ni_{сил} \geq 3:1$ відповідає $Ni_{відн.} \geq 75\%$ (де $Ni_{відн.}$ – процент відновленого до металевого стану нікелю). Така відновлюваність характерна для руд, де нікель знаходиться переважно в оксидній формі. Силікатні форми нікелю відповідають відношенню $Ni_{відн.} \leq 25\%$, а руди змішаного типу, представлені силікатно-оксидною і оксидно-силікатною формами, відповідають діапазону

$$25\% \leq Ni_{відн.} \leq 75\% .$$

На базі обраних параметрів відновлювання нікелю і заліза з різних породоутворюючих мінералів, а також критеріїв диференціювання був проведений формаційний аналіз руд гіпергенних залізо-нікельових родовищ Побужжя за формами знаходження в них рудних елементів (рисунки 1-3). При цьому в ході досліджень була виявлена велика дисперсія цієї величини (таблиця 1). Так, відновлюваність нікелю коливається в межах 5,3-99,3%, заліза – 6,2-93%, що зумовлено строкатим мінеральним складом руд цих родовищ. Найменшою відновленістю характеризуються нонтронізовані серпентиніти і нонтроніти, для яких відновлюваність нікелю та заліза коливається в середньому в межах 15,1-19,6% і 20,0-26,0% відповідно. Охри характеризуються найбільшою відновлюваністю; для нікелю середня величина її 80,3-82,1%, для заліза 76,9-78,7%.

Обохрені нонтроніти займають проміжне положення; для них середня величина відновлюваності нікелю змінюється в межах 55,6-57,3%, а заліза – 52,2-54,1%.

Разом з тим, незважаючи на значні коливання відновлюваності нікелю і заліза в межах окремих горизонтів кори вивітрювання загалом для кожного родовища і всієї групи намічається чітка залежність зниження цієї величини від верхніх горизонтів до нижніх. Це пов'язано зі зменшенням вмісту оксидних форм цих елементів у тому ж напрямі.

Відновлюваність нікелю і заліза з руд, що є функцією їх форми в корі вивітрювання, змінюється закономірно з глибиною, простежується приуроченість оксидних руд до найбільш зрілих продуктів вивітрювання, а силікатних – до продуктів початкової хімічної зміни корінних порід.

Згідно з прийнятими критеріями диференціювання руд, ми вважаємо правомірним виділити серед них три формаційні типи.

Наведемо коротку характеристику речовинного складу виділених типів руд.

Оксидні руди – різноманітні типи залишкових охр, складені, переважно, гідроксидами заліза. У деяких випадках, незважаючи на те,

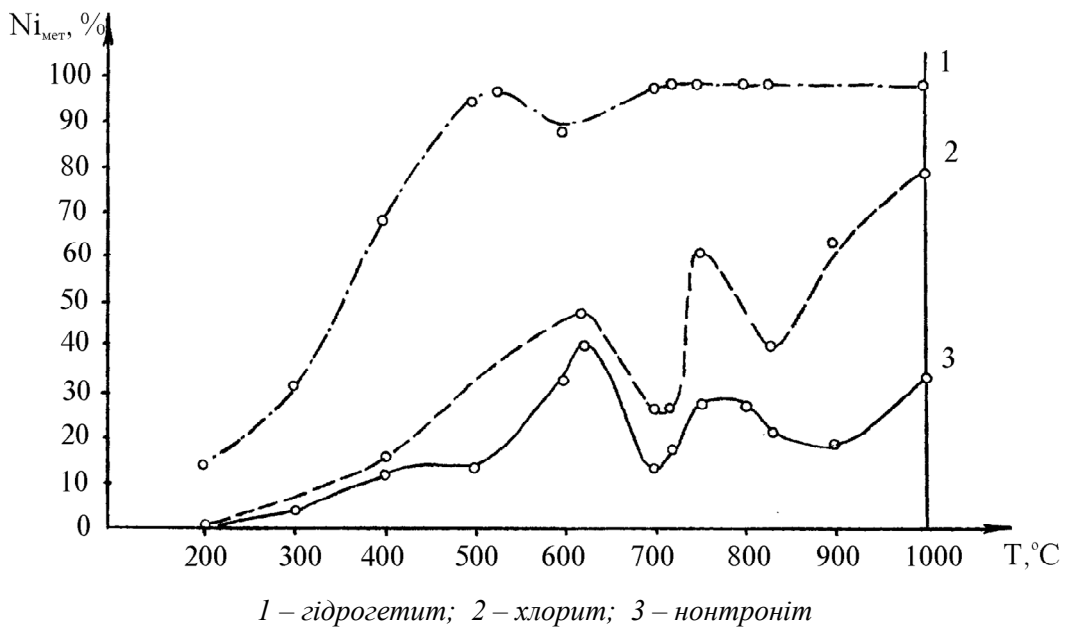


Рисунок 1 — Динаміка відновлюваності нікелю до металевому стану з мінералів, прожарених у потоці водню

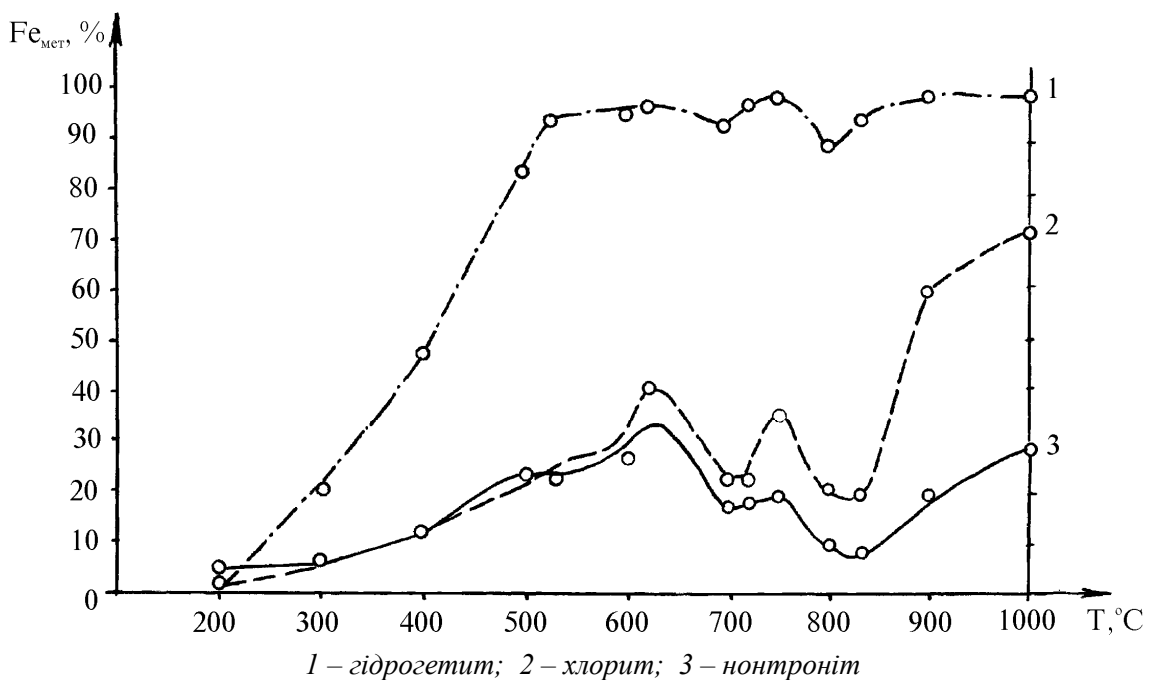


Рисунок 2 — Динаміка відновлюваності заліза до металевому стану з мінералів, прожарених у потоці водню

що відновлюваність нікелю в пробах складає менше, ніж 75%, вони віднесені нами до оксидних, тому що вміст оксиду заліза в руді робить таке віднесення правомірним. Серед оксидних руд зустрічаються також розкладені, значно зохрені нонтроніти. Основна доля нікелю в цих породах присутня у вигляді ізоморфної домішки до заліза в його гідроксидах, що і визначає легку відновлюваність металу, яка складає в середньому для цього типу руд близько 80%.

Силікатно-оксидні і оксидно-силікатні (змішані) руди тяжіють, переважно, до змінених охр, що містять релікти нерозкладених нонтронітів і до різних зохрених різновидностей продуктів вивітрювання ультрабазитів і жильних порід. Характер відновлення нікелю визначається з одного боку оксидною формою його в гідроксидах заліза – у складі обохрених нонтронітів і силікатного – у складі нонтроніта, серпентина, орто- і лептохлоритів.

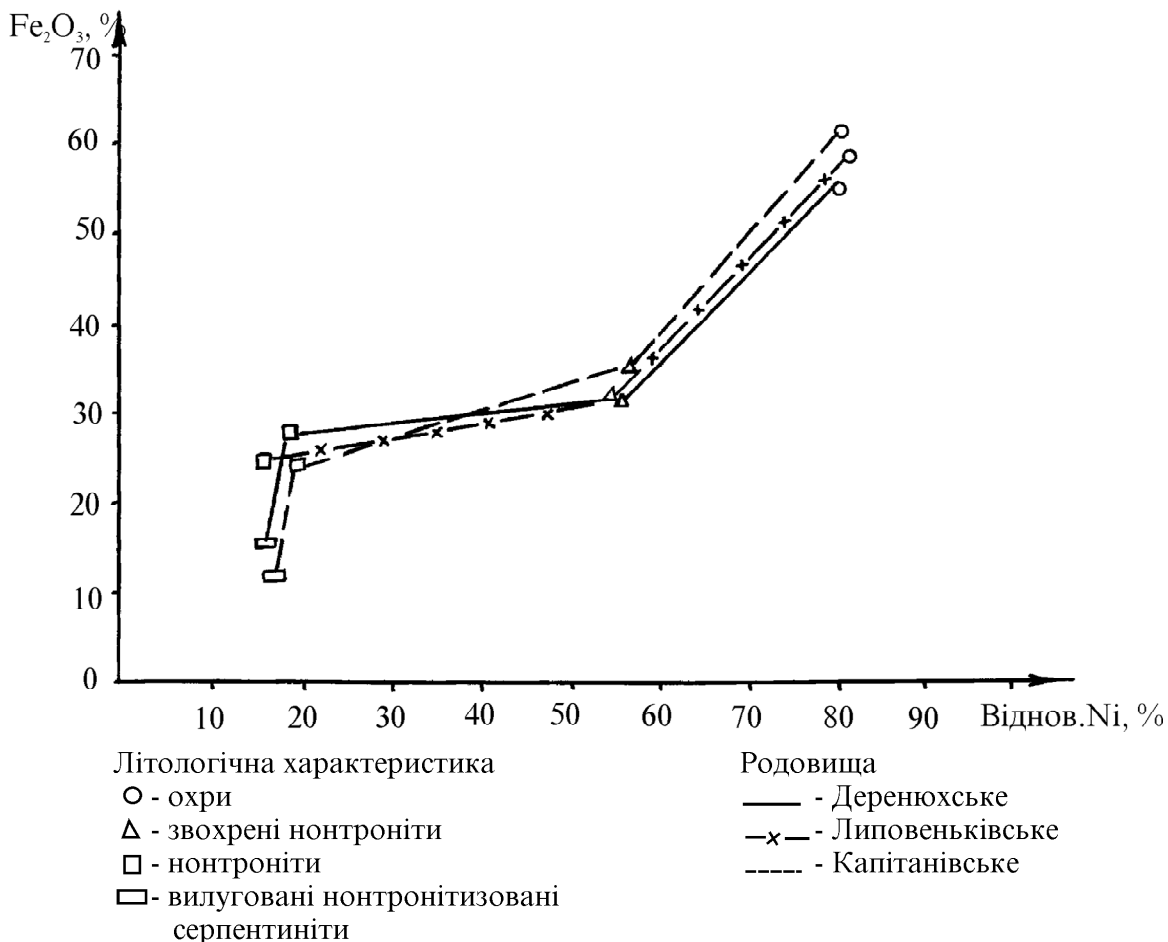


Рисунок 3 — Залежність відновлюваності нікелю від сумарного вмісту заліза в руді (за середніми даними)

Силікатні руди складені вилугованими керолітованими, іноді обохреними різновидностями серпентинітів. Нікель тут присутній у вигляді ізоморфної домішки силікатних сполук.

Аналіз літературних даних [1, 2, 3, 4, 5, 6] і результатів геохімічних досліджень, наведених у таблиці 1, дає змогу пов'язати певні формаційні типи руд з певними генетичними типами для Побузької групи родовищ УКЩ (таблиця 2).

Як бачимо на таблиці 2, оксидні руди розвинуті тільки в залишкових родовищах і пов'язані переважно з латеритною корою вивітрювання ультрабазитів. У випадках, коли кора вивітрювання характеризується повним профілем, рудні тіла мають двоповерхову будову – оксидні руди підстеляються силікатними. Таким чином, існує пряма залежність форм знаходження рудоутворюючих елементів у корі вивітрювання від її зрілості. З глибиною зростає роль силікатних руд, що є наслідком відповідних гіпергенних процесів, які затухають у тому ж напрямку.

Експериментальні дослідження виявили пряму залежність комплексності руд від їх формаційного типу (таблиці 1, 2). У латеритних умовах вивітрювання, у міру вивільнення нікелю, заліза і кобальту з кристалічних ґраток силікатів і утворення ними формації оксидних

руд, комплексність останніх зростає внаслідок зниження загального вмісту нікелю (0,6-1,3%) і збільшення вмісту заліза (30-50%) та кобальту (0,08-2%). Навпаки, формація силікатних руд залишкового типу містить менше кобальту (0,03-0,05%), а промислове значення заліза тут спостерігається лише в окремих випадках. Зовсім позбавлена комплексності формація нікельових руд інфільтраційного типу, що характеризується найбільш високим вмістом нікелю (1,5-5%).

Класифікація нікельових і залізо-нікельових руд на формаційній основі має, крім генетичного змісту, велике практичне значення. Як бачимо на таблиці 2, руди залишкових родовищ слід розглядати як сировину для виробництва феронікелю з кобальтом, а інфільтраційних – тільки нікелю. Різко підпорядкований розвиток у родовищах України інфільтраційних покладів робить правомірним виробництво тільки феронікелю. Разом з тим, виділення на родовищах ділянок розвитку індивідуальних оксидних і силікатних руд може слугувати базою відповідної підшихтовки для одержання середнього формаційного типу руди на родовищах. Такий підхід до експлуатації родовищ допомагає значною мірою стабілізувати металургійний процес.

Таблиця 1 – Формаційні типи нікельових і залізо-нікельових руд родовищ Побузької групи УКЩ

Родовища	Літологічна характеристика	Кількість ви-значень	Середній вміст у руді, %		Відновлюваність елементів за t=500°C у потоці водню						Формаційний тип руд
			NiO	Fe ₂ O ₃	нікель			залізо			
					від	до	сер.	від	до	сер.	
Деренюхське	охри	38	0,77	56,20	72,0	99,9	80,3	68,5	92,9	78,7	Оксидний
	обохрені нонтроніти	65	1,08	31,75	20,7	78,7	55,6	26,5	73,7	52,2	Силікатно-оксидний
	нонтроніти	48	1,38	23,84	10,2	28,5	18,6	14,4	31,7	24,7	Оксидно-силікатний
	нонтронітизовані серпентиніти	8	1,23	16,65	5,3	23,1	15,1	6,2	29,2	20,0	Силікатний
Капітанівське	охри	12	1,25	62,35	73,2	99,9	81,1	66,3	93,0	76,8	Оксидний
	обохрені нонтроніти	17	1,99	36,57	19,8	76,4	57,3	28,5	75,1	54,1	Силікатно-оксидний
	нонтроніти	15	1,32	22,48	12,3	30,1	19,6	13,1	36,2	25,8	Силікатний
	нонтронітизовані серпентиніти	5	0,97	12,3	7,4	28,3	17,2	6,6	33,1	21,3	Силікатний
Липовеньківське	охри	8	0,85	58,81	70,8	99,6	82,1	69,5	91,9	70,6	Оксидний
	обохрені нонтроніти	10	1,42	33,2	22,3	79,2	56,3	25,0	72,5	53,4	Силікатно-оксидний
	нонтроніти	18	1,36	25,1	8,9	26,2	16,2	12,0	32,1	26,0	Силікатний

Таблиця 2 — Зв'язок генетичних типів родовищ з рудними формаціями нікельових і залізо-нікельових родовищ Побузької групи УКЩ

Генетичний тип родовищ	Літологічний склад рудоносної кори вивітряння	Рудоутворюючі елементи	Головні рудоносні мінерали	Рудна формація
Залишковий	Охри	Ni, Fe, Co	Гідроксиди заліза і марганцю, магнетит	Оксидна залізо-нікельова (з кобальтом)
	Нонтроніти і нонтронітизовані ультрабазити	Ni, Co, Fe	Нонтроніти, гідрохлорити, кероліт, асболани	Силікатна нікельова (з кобальтом)
Інфільтраційний	Вилужені ультрабазити з прожилками магнезійних нікельових гідросилікатів, іноді приконтаткові гідрохлоритові і вермікулитові породи	Ni	Гарнієрит, непуїт, ревдинськит, гідрохлорити, кероліт, вермікуліт	Силікатна нікельова

Література

1. Вареня Г.Д., Эдельштейн И.И., Зузук Ф.В. Комплексное изучение вещественного состава руд гипергенных никелевых месторождений с целью повышения экономической эффективности их освоения // В сб.: Охрана недр и улучшение рационального использования полезных ископаемых. – М.: Metallurgy, 1976.

2. Додатко А.Д., Древин А.Я., Виноградов Г.Г., Каневский А.Я. Геология, минералогия и условия образования коры выветривания ультрабазитов южной части Среднего Побужья // В кн.: Вопросы геологии и минералогии рудных месторождений. Вып.2. – М.: Недра, 1967.

3. Танатар-Бараш З.И. Генетическая классификация ультраосновных пород Украинского

кристаллического массива и связанные с ними полезные ископаемые // Природные и трудовые ресурсы Левобережной Украины и их использование. Том. 6. – М.: Недра, 1965.

4. Эдельштейн И.И. Рудные формации гипергенных никелевых и железо-никелевых месторождений. ДАН СССР, Т.253, № 3, 1980.

5. Минералого-технологическое картирование – основа рациональной эксплуатации гипергенных кобальт-железо-никелевых месторождений / Эдельштейн И.И., Пилипенко А.А., Мельник А.Д. и др. // В сб.: Технологическая минералогия главнейших промышленных типов месторождений. – Л.: Наука, 1987. – С. 59-62.

6. Способ подготовки шихтованных гипергенных никелевых и железо-никелевых руд для переработки / Эдельштейн И.И., Пилипенко А.А., Мельник А.Д. и др. А.с. № 1673611, 1991.

УДК 622.242.5 — 408.3

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТИПУ ФУТЕРОВКИ КАНАТНИХ НАПРЯМНИХ ШКІВІВ НА ДИНАМІЧНІ НАПРУГИ В КАНАТІ

О.В.Рублюк

*ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. (03422) 43024
e-mail: olga@kiip.if.net.ua*

На основе комплексных сравнительных экспериментальных исследований обоснован выбор оптимального типа футеровки в паре «канатный направляющий шкив — канат» с точки зрения ее способности пропускать волны динамических напряжений, что определяет работу трения при контакте поверхностей. Предложена зубчатая футеровка из вторичного резино-кордного сырья, применение которой в паре «КНШ-канат» обеспечивает повышение надежности канатных систем бурового и шахтного подъема.

On the base of complex comparative experimental research there made a choice of optimal lining in the pair of “Rope Guide Pulley — Rope” considering the ability to pass through dynamic waves, which defines friction work in the process of surfaces contact. There proposed gear-lining made of secondary rubber-cord materials which provides reliability rise of rope systems in drilling, mining etc.

У канатних системах різного призначення, які широко використовуються в талевих системах бурових установок, у мостових кранах різного призначення, в шахтних піднімальних установках тощо найбільш масовими елементами є канатні напрямні шківів (КНШ), які виконують функції підтримання і скеровування каната.

Багатьма дослідженнями [1] доведено, що пара “КНШ-канат” є вузлом, який в найбільшій мірі лімітує довговічність канатних систем. У свою чергу довговічність цієї пари залежить від роботи тертя, що визначається величиною тиску в місці контакту каната з опорною площиною КНШ, і переміщенням каната відносно опорної поверхні. Останнє, в основному, проявляється у вигляді пружного ковзання, зумовленого різницею натягів у гілках каната, що охоплює КНШ.

Слід зазначити, що найбільш суттєве підвищення довговічності пари “КНШ-канат” забезпечується встановленням в ободі шківів змінної еластичної зносостійкої футеровки з

поліаміду, капрону, поліуретану тощо. Ці матеріали відносяться до антифрикційних і забезпечують малу роботу тертя у контакті поверхонь. Однак, на сучасному етапі висока вартість цих матеріалів перешкоджає їх широкому використанню.

Вирішення цієї проблеми може бути досягнуто шляхом виготовлення футеровки з вторинної полімерної сировини і, перш за все, у вигляді протекторної частини вибраваних (на стадії виготовлення і ремонту) автомобільних шин. Цей вид вторинної сировини завдяки високим фізико-хімічним властивостям протекторної гуми має потужний потенціал у використанні для виготовлення виробів різного призначення тільки на основі механічної обробки. Однак, гумова (протекторна) футеровка відноситься до фрикційного типу футеровок, яка, маючи високе зчеплення з канатом, об'єктивно збільшує пружне ковзання каната, зумовлене різницею натягів у його гілках. Тому розробка конструкції футеровки, що за мінімальних