

ПІДСУМКОВЕ ПРАКТИЧНЕ ЗАВДАННЯ

Підсумкове практичне завдання з дисципліни «Металургія благородних металів» складається з виконання Металургійних розрахунків. Основним номером варіанту підсумкового практичного завдання, є порядковий номер студента у списку навчальної групи.

1 Варіанти завдань

1. У розділі «Металургійні розрахунки» необхідно розрахувати витрату реагентів, склад продуктів і скласти матеріальний баланс ціанування 1 т золотовмісної руди (чи концентрату) за умов, заданих в таблиці.1. Ціанування ведуть за схемою, приведеною на рисунок.1.

2. Завданням по розділу «Теоретична частина» є питання яке наведено у таблиці 2.2. Відповідь на питання представити у вигляді реферату по даній темі.

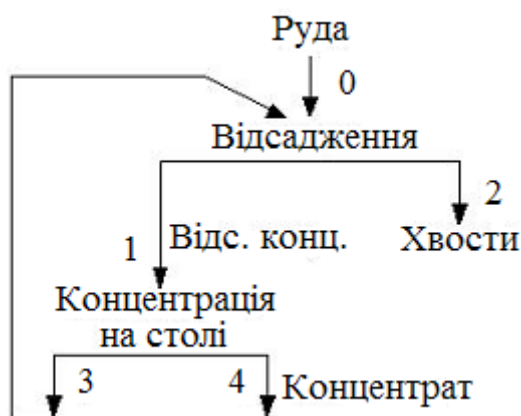


Рисунок 1.1 – Схема ціанування золотовмісної руди.

Таблиця 1.1 – Початкові дані для розрахунку.

№ варіа нту	склад руди, % ----- витягання в розчин, %							Конц. NaCN у початк розч., %	Конц. CaO у початк розч., %	Конц. NaC N обезз ол розч., %
	Au, г/т	Ag, г/т	FeS	FeS ₂	CuFeS ₂	Fe	Cu ₂ S			
	1	2	3	4	5	6	7			
1	8	-	-	0,8	0,02	0,0001	-	0,030	0,02	0,028
	96			1,1	4,5	100				
2	5,5	-	-	0,055	0,004	0,0002	-	0,035	0,015	0,031
	98			13,5	8,2	100				
3	15	-	-	0,035	0,009	0,0004	-	0,030	0,02	0,030
	92			21,5	6,5	100				
4	4,5	250	-	-	0,020	0,0002	-	0,040	0,02	0,026
	91	89			6,2	100				
5	2,9	-	-	-	0,15	0,0004	-	0,030	0,01	0,027
	97				8,7	100				
6	8,7	85	-	1,6	-	0,0005	-	0,040	0,02	0,022
	87	85		0,45		100				
7	12,5	-	-	0,030	0,012	0,0002	-	0,030	0,015	0,027
	85			24	2,8	100				
8	7,5	-	0,06	-	-	0,0003	0,009	0,032	0,02	0,030
	90		12,5			100	78			
9	6,0	-	-	0,032	-	0,0003	0,006	0,040	0,02	0,032
	93			19,5		100	82			
10	3,5	16	-	-	0,095	0,0005	-	0,040	0,02	0,021
	97	91			8,2	100				
11	5,5	-	-	0,9	0,008	0,0002	-	0,030	0,015	0,026
	95			1,05	7,5	100				
12	3,5	-	-	1,1	0,015	0,0006	-	0,035	0,02	0,028
	93			0,8	3,5	100				
13	12,0	-	0,051	-	-		0,007	0,05	0,02	0,022
	88		60,5				85			
14	7,5	14	-	-	0,12	0,0003	-	0,04	0,02	0,029
	98	55			6,5	100				

15	4,0	-	0,06	-	-	0,0003	0,007	0,045	0,02	0,032
	94		37			100	85			
16	11	-	0,02	-	0,22	0,0004	-	0,035	0,02	0,030
			15		3,4	100				
17	6,5	-	-	2,5	0,012	0,0001	-	0,040	0,02	0,027
	89			0,5	3,8	100				
18	12	-	-	0,085	-	0,0005	0,006	0,040	0,02	0,023
	91			4,7		100	75			
19	8,5	140	-	1,6	-		0,0007	0,05	0,02	0,019
	89	80		0,5			100			
20	5,0	-	-	0,11	0,005	0,0002	-	0,035	0,02	0,029
	94			14	4,5	100				
21	8,5	-	-	-	0,08		0,004	0,05	0,02	0,036
	92				7,8		92			
22	7,5	-	-	0,8	0,027	0,0002	-	0,04	0,01	0,022
	96			2,0	7,5	100				
23	3,6	10,5	-	0,06	0,001		-	0,05	0,02	0,025
	94	88		4,0	3,0					
24	5,4	15,0	-	-	0,015	0,0004	-	0,06	0,02	0,028
	95	80			2,5	100				
25	10	-	-	1,1	0,001	-	0,0002	0,05	0,02	0,030
	93			0,4	2,0		70			

ПРИМІТКА: початкові дані яких не вистачає для розрахунку можна прийняти по довідковій літературі.

1.2 Металургійний розрахунок вилуговування золота

Мета металургійних розрахунків вилуговування – визначення потрібної кількості реагентів для здійснення процесу, мас і об'ємів речовин, що поступають в процес, і мас, об'ємів, склад продуктів, що утворюються при вилуговуванні.

Для виконання розрахунків потрібні наступні початкові дані:

- схема вилуговування;
- склад початкової сировини і інших реагентів, що поступають в переробку;
- хімізм процесу;
- відношення $P : T$ при вилуговуванні;
- ступінь витягання (міра перетворення) компонентів сировини або виходи і складу продуктів вилуговування.

Металургійний розрахунок ведуть зазвичай або на одиницю початкової сировини (1 т, або 100 кг, 100 т та ін.), або на річну чи добову продуктивність переділу.

Завершується розрахунок складанням матеріального балансу.

Принцип розрахунку розглянутий на прикладі ціанування золотовмісної руди

ПРИКЛАД.

Провести металургійний розрахунок ціанування 100 т/добу кварцево-сульфідної золотовмісної руди складу, %:

SiO_2 – 78; FeS_2 – 0,026; Fe_2O_3 – 3,4; Cu_2S – 0,002; Al_2O_3 – 6,4; CaO – 5,8; MgO – 4,5; Au – 5 г/т.

За рахунок стирання куль при подрібненні руди в продукт, що поступає на ціанування знаходиться 0,0001 % Fe . Ціанування ведуть при відношенні $P : T = 1,5 : 1$, концентрації NaCN – 0,05 %; CaO – 0,02 %. При вилуговуванні в розчин переходить, %: Au – 98; Fe – 100; FeS_2 – 14; Cu_2S – 40. Втрати NaCN за рахунок гідролізу і хімічного розкладання приймають рівними 10 % від загальної витрати. Оборотно розчин містить 0,0264 % (0,264 кг/м³) NaCN .

Для приготування ціаністих розчинів використовують ціаншлам, що містить 40 % NaCN .

Розрахунок витрати захисного луку при ціануванні вести при наступних початкових даних:

- витрата 100 % CaO на хімічну взаємодію з рудою і вуглекислотою повітря складає 4,3 кг/т руди;
- концентрація розчинів по вільній CaO у виході з чанів вилуговування – 0,02 %, в обеззолочених розчинах – 0,02 %;
- витягання вільної CaO при фільтрації і відмиванні – 82 %.

Схема процесу ціанування приведена на рисунку 1.2.

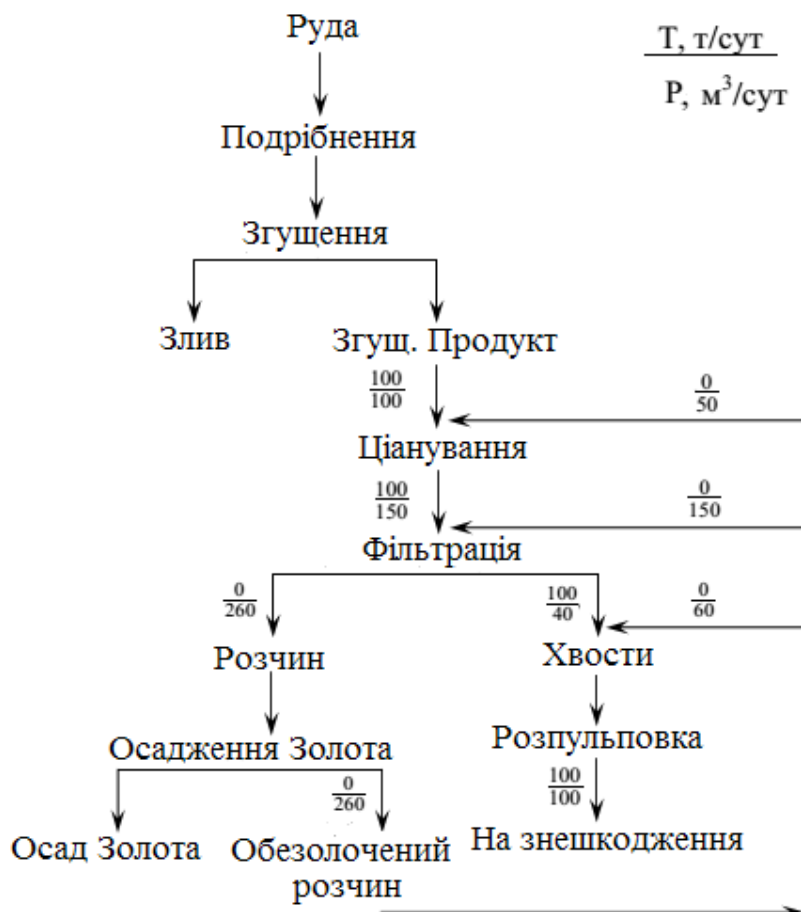


Рисунок 1.2 – Схема процесу ціанування кварцево-сульфідної золотовмісної руди

РІШЕННЯ:

Розрахунок ведемо на 1 т руди в наступному порядку.

1. Розрахунок витрати ціаністого натрію і вапна.

Визначимо масу NaCN необхідного для створення 0,05 % (0,5 кг/м³) концентрацій його в розчині ціанування.

При Р : Т = 1,5 : 1 на 1 т руди буде потрібно 1,5 м³ H₂O. Маса NaCN в розчині складе: 0,5 · 1,5 = 0,750 кг. За схемою (рис. 1) ціанування ведуть з використанням 50 м³ оборотних (обеззолочених) ціаністих розчинів із вмістом 0,0264 % NaCN. З розрахунку на 1 т твердого, виходячи з схеми, вводять 0,5 м³ оборотного розчину. З ними поступить NaCN:

$$0,264 \cdot 0,5 = 0,132 \text{ кг.}$$

Тоді витрата свіжого NaCN для створення 0,05 %-ої концентрації в розчині буде

$$0,750 - 0,132 = 0,618 \text{ кг.}$$

З урахуванням втрат ціаніду, прийнятих в початкових даних рівними 10 %, загальна витрата свіжого NaCN буде

$$0,618 + 0,1 \cdot 0,618 = 0,680 \text{ кг.}$$

При використанні на заводі ціаншламу із вмістом 40 % NaCN на ціанування 1 т руди його буде потрібно: $0,680 : 0,4 = 1,7 \text{ кг.}$

Ціанід вводиться в апарат у вигляді 10 %-ого водного розчину.

Отже, з ним буде введено води:

$$\frac{1,7 - 10}{x - 100} \quad x = 17 \text{ кг.}$$

Розрахунок витрати вапняку, що виконує роль, захисному луку, ведуть аналогічним чином. Для даного прикладу витрата CaO складе 5,03 кг/т руди. При використанні вапняку із вмістом 80 % CaO на ціануванні 1 т руди буде потрібно 6,27 кг. Захисний луг вводиться у вигляді 20 %-ого розчину. Для його приготування знадобиться 31,35 кг води.

2. Визначимо масу і склад розчинів, що виходять з апаратів ціанування.

Маса розчинів, що поступили на ціанування 1 т руди складе:

$$1 + 0,5 + 0,017 + 0,031 = 1,548 \text{ т.}$$

Об'єм їх при щільності рівної 1,03 складе 1,5 м³.

Склад розчину після ціанування характеризується концентраціями NaCN, Au, Ag, металів-домішок, CaO (pH) і залежить від міри взаємодії ціаніду і захисного луку із складовими руди і величиною хімічних і механічних втрат NaCN і CaO.

Визначимо масу компонентів руди, що переходять в розчин при ціануванні з урахуванням заданих мір витягання:

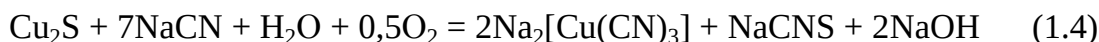
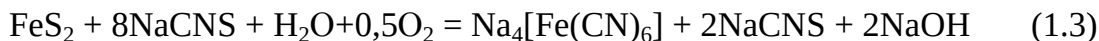
$$\text{золото } 1 \cdot 5 \cdot 0,98 = 4,9 \text{ г;}$$

$$\text{залізо металеве } 1 \cdot 0,000001 \cdot 10^6 = 1 \text{ г;}$$

$$\text{пірит } 1 \cdot 0,00026 \cdot 0,14 \cdot 10^6 = 36 \text{ г;}$$

$$\text{халькозин } 1 \cdot 0,00002 \cdot 0,4 \cdot 10^6 = 8 \text{ г.}$$

Визначимо витрату NaCN на розчинення цих компонентів по реакціях:



Розрахунок ведемо виходячи із стехіометрії реакції (1.1) – (1.4).

На розчинення Au по реакції (1.1) буде потрібно NaCN:

$$\frac{2 \cdot 197,2 - 4 \cdot 49}{4,9 - x} \quad x = 2,4 \text{ г NaCN.}$$

На розчинення Fe по реакції (1.2):

$$55,8 - 6 \cdot 49$$

$$1 - x$$

$$x = 5,3 \text{ г NaCN.}$$

На розчинення FeS_2 по реакції (1.3):

$$119,8 - 8 \cdot 49$$

$$36 - x$$

$$x = 117,8 \text{ г NaCN.}$$

На розчинення Cu_2S по реакції (1.4):

$$158,8 - 7 \cdot 49$$

$$8 - x$$

$$x = 17,2 \text{ г NaCN.}$$

Загальна витрата NaCN на розчинення золота і супутніх мінералів складе:

$$2,4 + 5,3 + 117,8 + 17,2 = 142,7 \text{ г.}$$

На ціанування поступають розчини з концентрацією 0,05 % ($0,5 \text{ кг/м}^3$) NaCN.

Концентрація NaCN в розчинах, що виходять з апаратів ціанування, знизиться за рахунок протікання реакцій (2.1) - (2.4) і складе:

$$0,5 - 0,1427/1,5 = 0,405 \text{ кг/м}^3 \text{ або } 0,04 \%$$

Знаючи масу розчинених компонентів і об'єм розчину, визначимо їх концентрації в ньому.

Концентрація Au складе:

$$\frac{4,9}{1,5 \cdot 10^3} = 0,016 \text{ г/л або } 3,33 \text{ мг/г}$$

Для визначення концентрації Cu знайдемо спочатку масу міді, що міститься в 8 г розчинного мінералу Cu_2S :

$$158,8 - 2 \cdot 65,8$$

$$8 - x$$

$$x = 6,4 \text{ г.}$$

Тогда концентрация мед в растворе составит:

$$\frac{1 + 22,38}{1,5 \cdot 10^3} = 0,016 \text{ г/л}$$

Часто розчини характеризують не елементним складом, а концентраціями в них з'єднань, що утворилися, наприклад $\text{Na}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$, $\text{Na}_2[\text{Cu}(\text{CN})_3]$, NaCNS та інш. В цьому випадку, виходячи із стехіометрії реакцій (2.1) - (2.4) по значеннях мас компонентів, що розчинилися, визначають кількість продуктів реакції, що цікавлять. Так по реакції (2.2) утворюється:

$$55,8 - 196$$

$$1 \text{ г} - x$$

$$x = 3,5 \text{ г.}$$

Концентрація $\text{Na}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ у розчині складе:

$$\frac{3,5}{1,5 \cdot 10^3} = 0,0023 \text{ г/л}$$

Аналогічні розрахунки проводять для усіх реакцій і отримані результати оформляють у вигляді таблиці складу розчинів.

Для визначення концентрації CaO в розчинах ціанування проводять розрахунки, аналогічно викладеним для NaCN.

3. Визначимо залишковий вміст золота в руді після ціанування.

Залишковий вміст золота знаходимо або по різниці початковою і розчищеною мас золота з розрахунку на 1 т руди : $5 - 4,9 = 0,1$ г/т, або по заданому коефіцієнту витягання золота:

$$5 \cdot \frac{100 - 98}{100} = 0,1 \text{ г/т}$$

4. Складемо матеріальний баланс операції ціанування 1 т руди.

Матеріальний баланс представлений в таблиці 1.3

Таблиця 1.3 – Матеріальний баланс ціанування 1 т руди

Прихід	Маса, т	Витрата	Маса, т
1. Згущений продукт,	2	1. Пульпа	2,548
у т.ч. руда	1	у т.ч. твердого	1
вода	1	розчину	1,548
2. Оборотний розчин	0,5		
3. Розчин 10 % ціаніду	0,017		
4. Розчин вапняного молока	0,031		
Всього	2,548	Всього	2,548

5. Виконаємо перерахунок витрати NaCN і захисного луку, а також матеріального балансу на задану добову продуктивність по руді, множенням усіх отриманих величин на коефіцієнт, рівний добовій продуктивності. У даному прикладі цей коефіцієнт дорівнює 100, таблиця 1.4.

Таблиця 1.4 – Добовий матеріальний баланс ціанування

Прихід	Маса, т	Витрата	Маса, т
1. Згущений продукт,		1. Пульпа	
у т.ч. руда	100	у т.ч. твердого	100
вода	100	розчину	154,8
2. Оборотний розчин	50		
3. Розчин 10 % ціаніду	1,7		
4. Розчин вапняного молока	3,1		
Всього	254,8	Всього	254,8