

Самостійна робота до Підсумкового контролю складається з письмової відповіді на теоретичне питання за темами дисципліни «Технологічні особливості процесів виробництва кольорових металів» у формі реферату (завдання № 1) та розв'язання одного практичного завдання (завдання № 2).

ПРИКЛАД РОЗВ'ЯЗАННЯ ПРАКТИЧНОГО ЗАВДАННЯ №2

Приклад. Розрахувати мінералогічний склад бокситу, його силіційний модуль, теоретичне вилучення глинозему із бокситу в алюмінатно-лужний розчин. У бокситі наявні такі мінерали: весь глинозем Al_2O_3 знаходиться у складі беміту, кремнезем SiO_2 – у кварці, залізо – у гематиті Fe_2O_3 , титан – у рутилі TiO_2 . Скласти матеріальний баланс вилуговування бокситу, якщо його хімічний склад в умовному перерахунку на оксиди такий, %: 56,00 Al_2O_3 ; 2,10 SiO_2 ; 2,50 TiO_2 ; Fe_2O_3 ; H_2O . Ступінь реагування для Al_2O_3 та SiO_2 дорівнює 100 %, тобто кожний з цих оксидів повністю вступає у взаємодію з розчином. Розрахувати кількість і мінералогічний склад червоного шламу, основні показники вилуговування бокситу.

Розв'язання

Розрахунок складаємо на 100 кг бокситу.

1. Для визначення мінералогічного складу бокситу обчислюємо масу кожного його мінералу.

Кількість беміту обчислюємо за масою глинозему, що міститься у бокситі:

102 Al_2O_3 міститься у 120 AlOОН ;

56,00 кг Al_2O_3 – x_1 кг AlOОН ,

звідки
$$x_1 = \frac{120}{102} \cdot 56,00 = 65,882 \text{ кг.}$$

Кількість гематиту в бокситі знаходимо як різницю між загальною кількістю бокситу та кількостями відомих мінералів:

$$100 - (65,882 + 2,100 + 2,500) = 29,518 \text{ кг.}$$

Знаходимо кількість води у беміті:

$$65,882 - 56,000 = 9,882 \text{ кг.}$$

Результати розрахунків мінералогічного складу бокситу надано у табл. 1.

2. Силіційний модуль бокситу розраховуємо за формулою (1):

$$\mu_{Si} = a/s, \quad (1)$$

$$\mu_{Si} = 56,00 / 2,10 = 26,67.$$

Отже, $\mu_{Si} > 7$, тому такий боксит доцільно вилуговувати їдким натром.

Таблиця 1 – Мінералогічний склад бокситу

Мінерал	Масова частка оксиду, %					Загальна кількість, %
	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	H ₂ O	
AlOОН	56,000	–	–	–	9,882	65,882
SiO ₂	–	2,100	–	–	–	2,100
Fe ₂ O ₃	–	–	29,518	–	–	29,518
TiO ₂	–	–	–	2,500	–	2,500
Всього	56,000	2,100	29,518	2,500	9,882	100,000

3. Теоретичне вилучення глинозему із бокситу в оборотний алюмінатно-лужний розчин обчислюємо за формулою (2):

$$\eta_{Al_2O_3,T} = 100 - 85 \cdot \frac{s}{a} = 100 - \frac{85}{\mu_{Si}}. \quad (2)$$

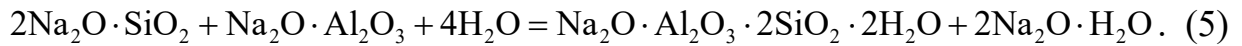
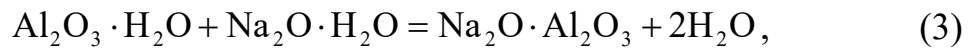
$$\eta_{Al_2O_3,T} = 100 - \frac{85}{26,67} = 96,81 \text{ \%}.$$

4. Для визначення мінералогічного складу червоного шламу обчислюємо:

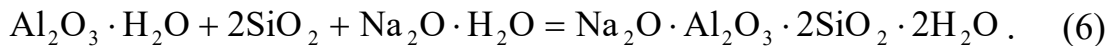
а) кількість кожного мінералу, що не вступає у взаємодію з лужним розчином і утворює осад;

б) масу малорозчинних сполук, що утворюються і також переходять в осад.

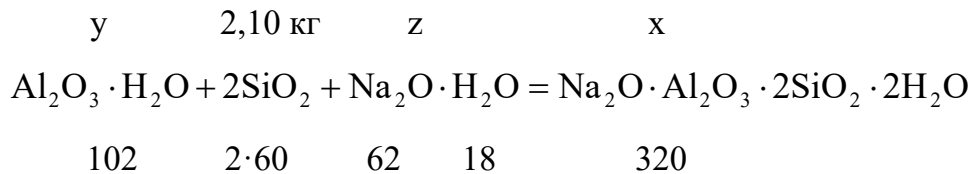
Під час взаємодії бемітового бокситу з лужним розчином утворюються алюмінат натрію та пермутит за реакціями:



Підсумкова реакція:



Кількість пермутиту, що утворюється під час вилуговування бемітового бокситу, розраховують за масою SiO_2 за реакцією (6):



Звідки $x = 2,10 \cdot 320 / (2 \cdot 60) = 5,600$ кг.

Для утворення 5,600 кг пермутиту витрачається:

а) глинозему

$$y = 2,10 \cdot \frac{102}{2 \cdot 60} = 1,785 \text{ кг } \text{Al}_2\text{O}_3 \text{ або } 2,10 \cdot 120 / (2 \cdot 60) = 2,100 \text{ кг беміту } \text{AlOOH}$$

(в тому числі $2,10 \cdot 18 / (2 \cdot 60) = 0,315$ кг H_2O);

б) їдкого натра

$$z = 2,10 \cdot \frac{62}{2 \cdot 60} = 1,085 \text{ кг } \text{Na}_2\text{O} \text{ або } 2,10 \cdot 80 / (2 \cdot 60) = 1,400 \text{ кг } \text{NaOH}$$

(в тому числі $2,10 \cdot 18 / (2 \cdot 60) = 0,315$ кг H_2O).

Отже, загальна маса червоного шламу становить:

$$5,600 + 29,518 + 2,500 = 37,618 \text{ кг.}$$

Результати розрахунків наведено в табл.2.

Таблиця 2 – Мінералогічний склад червоного шламу

Мінерал	Кількість оксиду, кг						Всього	
	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	Na ₂ O	H ₂ O	кг	%
Беміт	–	–	–	–	–	–	–	–
Кварц	–	–	–	–	–	–	–	–
Гематит	–	–	29,518	–	–	–	29,518	78,47
Рутил	–	–	–	2,500	–	–	2,500	6,64
Пермутит	1,785	2,100	–	–	1,085	0,630	5,600	14,89
Всього	1,785	2,100	29,518	2,500	1,085	0,630	37,618	100,00

5. Для складання матеріального балансу вилуговування бокситу визначаємо масу кожного продукту, що утворюється.

Кількість алюмінату натрію, що залишається в розчині після утворення червоного шламу, розраховують за масою Al₂O₃, яка надходить у розчин за винятком її кількості, що увійшла до складу пермутиту:

$$56,000 - 1,785 = 54,215 \text{ кг.}$$

Для розчинення 54,215 кг Al₂O₃ за реакцією (14) витрачається

$$54,215 \cdot 62 / 102 = 32,954 \text{ кг Na}_2\text{O}$$

або

$$54,215 \cdot 80 / 102 = 42,521 \text{ кг NaOH}$$

(у тому числі $54,215 \cdot 18 / 102 = 9,567 \text{ кг H}_2\text{O}$),

причому утворюється

$$54,215 \cdot 2 \cdot 18 / 102 = 19,134 \text{ кг H}_2\text{O.}$$

Тоді сумарна витрата гідроксиду натрію на вилуговування 100 кг бокситу становить

$$42,521 + 1,400 = 43,921 \text{ кг,}$$

у тому числі $32,954 + 1,085 = 34,039 \text{ кг Na}_2\text{O.}$

Сумарна кількість води, що утворюється за реакціями (14) і (17), становить

$$19,134 + 0,000 = 19,134 \text{ кг.}$$

Отже, в автоклав надходить 100 кг бокситу, 43,921 кг гідроксиду натрію, а всього 143,921 кг вихідних речовин.

Результати розрахунків матеріального балансу вилуговування бокситу наведено в табл. 3.

Таблиця 3 – Матеріальний баланс вилуговування бокситу

Надходження		Витрачання	
Речовина	Кількість, кг	Речовина	Кількість, кг
Боксит, у тому числі:	100,000	Алюмінат натрію, в тому числі:	87,169
Al ₂ O ₃ , у тому числі:	56,000	Na ₂ O	32,954
на реакцію (14)	54,215	Al ₂ O ₃	54,215
на реакцію (17)	1,785	Червоний шлам, у тому числі:	37,618
SiO ₂	2,100	Fe ₂ O ₃	29,518
Fe ₂ O ₃	29,518	TiO ₂	2,500
TiO ₂	2,500	пермутит, у т.ч.	5,600
H ₂ O, в тому числі:	9,882	Na ₂ O	1,085
на реакцію (14)	9,567	Al ₂ O ₃	1,785
на реакцію (15)	0,315	SiO ₂	2,100
Гідроксид натрію, в тому числі:	43,921	H ₂ O	0,630
Na ₂ O, в тому числі:	34,039	Вода, в тому числі:	19,134
на реакцію (14)	32,954	за реакцією (14)	19,134
на реакцію (17)	1,085	за реакцією (17)	–
H ₂ O, в тому числі:	9,882		
на реакцію (14)	9,567		
на реакцію (17)	0,315		
Всього	143,921	Всього	143,921

б. Розраховуємо основні показники вилуговування бокситу:

а) видобування глинозему із бокситу в алюмінатний розчин:

$$\eta = \frac{54,215}{56,000} \cdot 100 = 96,81 \%$$

б) питома витрата бокситу:

$$100,00 / 54,215 = 1,845 \text{ кг бокситу/кг глинозему};$$

в) питомий вихід червоного шламу:

$$37,618 / 54,215 = 0,694 \text{ кг шламу/кг глинозему};$$

г) питома втрата гідроксиду натрію:

$$(80 / 62) \cdot (1,085 / 54,215) = 0,026 \text{ кг луѓу/кг глинозему}.$$