

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ

Кафедра металургії^а

(повна назва кафедри)

Кваліфікаційна робота (проект)

другий (магістерський)

(рівень вищої освіти)

на тему *"Аналіз та вдосконалення технології зливання червоного шлаку"*

Виконав: студент 2 курсу, групи 8.1369-МКМ-3
спеціальності 136 "Металургія"

(код і назва спеціальності)

спеціалізації _____

(код і назва спеціалізації)

освітньої програми "Металургія кольорових металів"

(назва освітньої програми)

О.О. Логошинков

(ініціали та прізвище)

Керівник доцент, доцент, к.т.н. Несереско Т.М.

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Рецензент проф., с.н.с., д.х.н. Пруцьков Д.В.

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Запоріжжя

2020

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерний навчально-науковий інститут _____
Кафедра Металургія
Рівень вищої освіти другий (магістерський)
Спеціальність 136 "Металургія"
(код та назва)
Спеціалізація _____
(код та назва)
Освітня програма "Металургія кольорових металів"

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

« 10 » жовтня 20 20 року

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ (ПРОЄКТ) СТУДЕНТОВІ (СТУДЕНТЦІ)

Летовишников Олександр Олександрович
(прізвище, ім'я, по батькові)

- Тема роботи (проєкту) "Аналіз та економічний технологічний процес червоного шлайму"
- керівник роботи Несторенко Тетяна Миколаївна, к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом ЗНУ від « 09 » жовтня 20 20 року № 1586-с
- Строк подання студентом роботи 30 листопада 2020р.
- Вихідні дані до роботи Червоний шлайм утворюється під час виробництва глинозему за способом бафери і бокситів.
- Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) вступ. 1. Аналітична частина. 2. Методика дослідження. 3. Дослідницька частина. 4. Оцінка праці та технологія будівництва. 5. Економічна частина. Висновки. Перелік джерел посилання.
- Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
1. Аналітична частина - 6 л. 2. Методика дослідження - 1 л.
3. Дослідницька частина - 5 л. 4. Оцінка праці та технологія будівництва - 1 л.
5. Економічна частина - 1 л.

6 Консультанти розділів роботи

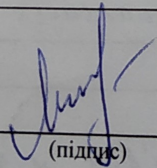
| Розділ | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата | |
|--------|---|-----------------|------------------|
| | | завдання видав | завдання прийняв |
| 1. | Нестеренко Т. М., доцент | Месю 10.10.2020 | Месю 12.10.2020 |
| 2. | Нестеренко Т. М., доцент | Месю 10.10.2020 | Месю 30.10.2020 |
| 3. | Нестеренко Т. М., доцент | Месю 10.10.2020 | Месю 30.10.2020 |
| 4. | Нестеренко Т. М., доцент | Месю 10.10.2020 | Месю 21.11.2020 |
| 5. | Нестеренко Т. М., доцент | Месю 10.10.2020 | Месю 24.11.2020 |
| | | | |

7 Дата видачі завдання 10 жовтня 2020 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва етапів кваліфікаційної роботи | Строк виконання етапів роботи | Примітка |
|-------|-------------------------------------|-------------------------------|----------|
| 1. | Вступ. | 12.10.2020 | Виконано |
| 2. | Аналітична частина | 20.10.2020 | Виконано |
| 3. | Методика дослідження | 26.10.2020 | Виконано |
| 4. | Дослідницька частина | 14.11.2020 | Виконано |
| 5. | Охорона праці та технічний бюджет | 19.11.2020 | Виконано |
| 6. | Економічна частина | 23.11.2020 | Виконано |
| 7. | Графічна частина | 30.11.2020 | Виконано |

Студент

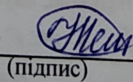


(підпис)

О.О. Лотошников

(ініціали та прізвище)

Керівник роботи (проєкту)



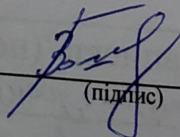
(підпис)

Т.М. Нестеренко

(ініціали та прізвище)

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер



(підпис)

Р.М. Волер.

(ініціали)

та

прізвище

РЕФЕРАТ

Магістерська робота: 65 с., 17 табл., 8 рис., 34 джерела.

ВИТРАТА, ЗГУЩУВАЧ, ВОЛОГІСТЬ, ГЛИНОЗЕМ, ПРОДУКТИВНІСТЬ, ПУЛЬПА, РЕАГЕНТ, ФЛОКУЛЯНТ, ЧЕРВОНИЙ ШЛАМ, ЩІЛЬНІСТЬ.

Об'єкт дослідження: процес згушення червоних шламів в виробництві глинозему.

Предмет дослідження: вплив технологічних умов згушення на поділ пульпи червоного шламу, що утворюється в виробництві глинозему за способом Байера з гвінейських бокситів «Кіндія» і «Діан-Діан» та гайянських бокситів.

Мета роботи: дослідити особливості та вибрати технологічні умови згушення червоного шламу при додаванні в пульпу флокулянта НА-L88.

Методика дослідження: визначення вмісту твердої фази в алюмінатних розчинах та пульпі; спектральний і хімічний аналізи; визначення щільності щільномером-реєстратором; визначення гранулометричного складу глинозему та гідроксиду алюмінію методом лазерної дифракції.

Одержані наслідки та їх новизна: експериментально досліджено процес розділення пульпи червоних шламів, що утворюються в автоклавних батареях під час переробки гвінейських бокситів «Кіндія» і «Діан-Діан» та гайянських бокситів при додаванні флокулянта; встановлено оптимальні витрати флокулянтів НХ-3000 і НА-L88 на 1 т шламу знаходяться практично на одному рівні: 0,300 кг та 0,285 кг відповідно.

Незначні відмінності в дозуванні флокулянтів НХ-3000 і НА-L88 пов'язані зі змінами виду бокситу, що переробляють. Комплексний підхід до організації процесу згушення пульпи червоного шламу, заснований на урахуванні технологічних чинників і конструктивних особливостей установок, що використовуються, дозволяє підвищити продуктивність та ефективність процесу згушення, якість вихідної продукції – алюмінатного розчину.

ЗМІСТ

| | стор. |
|--|-------|
| Вступ..... | 6 |
| 1 Аналітична частина..... | 9 |
| 1.1 Сучасний стан утворення червоних шламів..... | 9 |
| 1.2 Склад і властивості червоних шламів..... | 11 |
| 1.3 Теоретичні основи згущення червоного шламу..... | 13 |
| 1.4 Технологічні особливості згущення червоних шламів..... | 16 |
| 1.5 Застосування коагулянтів і флокулянтів при згущенні..... | 17 |
| 2 Методика дослідження..... | 21 |
| 2.1 Характеристики вихідних матеріалів і обладнання..... | 21 |
| 2.2 Методика лабораторного дослідження згущення червоного шламу... | 22 |
| 2.3 Методика визначення масової концентрації оксиду алюмінію в алюмінатних, обігових розчинах, пульпах глиноземного виробництва..... | 23 |
| 2.4 Методика гравіметричного визначення вмісту твердої фази в алюмінатних розчинах та пульпі..... | 24 |
| 2.5 Методика визначення концентрації загального лугу..... | 26 |
| 2.6 Методика визначення концентрації каустичного лугу..... | 27 |
| 2.7 Методика визначення гранулометричного складу глинозему та гідроксиду алюмінію методом лазерної дифракції..... | 27 |
| 3 Дослідницька частина..... | 29 |
| 3.1 Дослідження факторів, що впливають на згущення червоного шламу..... | 29 |
| 3.2 Дослідження впливу флокулянта НХ-3000 на показники згущення червоного шламу | 30 |
| 3.3 Дослідження впливу флокулянта НА-L88 на показники згущення червоного шламу..... | 34 |
| 3.4 Порівняння впливу флокулянтів НХ-3000 і НА-L88 на поділ пульпи | |

| | |
|---|----|
| червоного шламу | 37 |
| 4 Охорона праці та техногенна безпека..... | 41 |
| 4.1 Аналіз потенційно небезпечних та шкідливих чинників, що впливають на дослідника в металургійній лабораторії..... | 41 |
| 4.2 Заходи з поліпшення умов праці..... | 43 |
| 4.3 Виробнича санітарія..... | 45 |
| 5 Економічна частина..... | 48 |
| 5.1 Організація виконання науково-дослідницької роботи..... | 48 |
| 5.1.1 Планування етапів науково-дослідницької роботи..... | 48 |
| 5.1.2 Визначення трудомісткості виконання НДР..... | 49 |
| 5.1.3 Визначення числа виконавців НДР..... | 50 |
| 5.1.4 Розрахунок тривалості етапів НДР..... | 50 |
| 5.1.5 Побудова стрічкового графіка проведення науково- дослідної роботи..... | 51 |
| 5.2 Розрахунок кошторису витрат на проведення дослідження..... | 53 |
| 5.2.1 Розрахунок витрат на основні матеріали..... | 53 |
| 5.2.2 Розрахунок витрат на амортизацію обладнання..... | 54 |
| 5.2.3 Розрахунок витрат на електроенергію..... | 55 |
| 5.2.4 Розрахунок заробітної плати й відрахувань..... | 56 |
| 5.2.5 Накладні витрати..... | 59 |
| 5.2.6 Зведений кошторис витрат на проведення науково- дослідної роботи..... | 59 |
| Загальні висновки..... | 61 |
| Перелік джерел посилання..... | 63 |

ВСТУП

Високий темп зростання виробництва і споживання алюмінію, перш за все, обумовлений цінними його властивостями і різноманітністю областей застосування. Попит на цей унікальний метал величезний. Мала питома вага алюмінію, висока електропровідність, пластичність і стійкість до корозії дозволяють використовувати його в чистому вигляді і в сплавах з іншими металами.

Проте ефективне отримання алюмінію, без організації у відповідних масштабах виробництва глинозему, практично неможливо.

Виробництво глинозему, в свою чергу, немиче без наявності могутньої і надійної сировинної бази, якою виступають родовища бокситів. Тому постійно розширюється виробництво і споживання алюмінію неминуче супроводжується збільшенням обсягу виробництва глинозему, зростанням здобичі бокситів і пошуками нових родовищ якісних бокситів.

Тепер в світі виготовляється близько 23 млн. т первинного алюмінію, близько 50 млн. т глинозему, а здобич бокситу – близько 130 млн. т в рік [1]. Світові запаси бокситів оцінюються в 42 млрд. т.

Різноманітність технологічних схем виробництва глинозему дозволяє переробляти як високоякісну, так і низькоякісну алюмінійвмісну сировину. Проте в світовій практиці виробництва глинозему в основному здійснюється переробкою бокситів.

Під час переробки бокситів за способом Байєра утворюється червоний шлам – тверда або пастоподібна суміш відходів, яка утворилася внаслідок виділення оксиду алюмінію з бокситів, містить оксиди заліза, титану, кремнію та воду, і характеризується сильно лужним середовищем. На кожен тону глинозему, що отримують, утворюється до 1,0–1,3 т червоного шламу [1-4].

В Україні з початку XXI ст. актуальні проблеми щодо утилізації промислових відходів з вилученням цінних металів і компонентів, покращення

екологічного стану довкілля у промислових районах. Ці взаємозалежні проблеми є життєво важливими для економіки й населення держави.

Мета роботи – дослідити особливості та вибрати технологічні умови згущення червоного шламу, при додаванні в пульпу флокулянта НА-L88.

Завдання дослідження:

1. Проаналізувати сучасний стан утворення червоних шламів.
2. Проаналізувати склад і властивості червоних шламів.
3. Проаналізувати фактори, що впливають на згущення пульпи червоних шламів.
4. Проаналізувати сучасні флокулянти для згущення пульпи червоних шламів, їх вплив на поділ пульпи.
5. Експериментально дослідити процес розділення пульпи червоних шламів і вплив нового флокулянта НА-L88 на згущення червоних шламів.

Об'єкт дослідження – процес згущення червоних шламів в виробництві глинозему.

Предмет дослідження – вплив технологічних умов згущення на поділ пульпи червоних шламів, що утворюються в виробництві глинозему за способом Байєра з гвінейських бокситів «Кіндія» і «Діан-Діан» та гайянських бокситів.

Наукова новизна:

Експериментально досліджено процес розділення пульпи червоних шламів, що утворюються в автоклавних батареях під час переробки гвінейських бокситів «Кіндія» і «Діан-Діан» та гайянських бокситів при додаванні флокулянта.

Практичне значення:

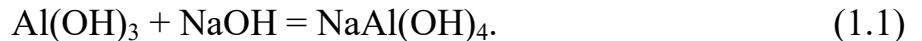
1. Встановлено оптимальні витрати флокулянтів НХ-3000 і НА-L88 на 1 т шламу знаходяться практично на одному рівні: 0,300 кг та 0,285 кг відповідно. Незначні відмінності в дозуванні флокулянтів НХ-3000 і НА-L88 пов'язані зі змінами виду бокситу, що переробляють.

2. Комплексний підхід до організації процесу згущення пульпи червоного шламу, заснований на урахуванні технологічних чинників і конструктивних особливостей установок, що використовуються, дозволяє підвищити продуктивність та ефективність процесу згущення, якість вихідної продукції – алюмінатного розчину.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Сучасний стан утворення червоних шламів

Червоний шлам утворюється під час переробки бокситів за способом Байера (рис.1.1). В основі способу Байера лежить оборотна хімічна реакція:



Попередньо подрібнений боксит піддають вилуговуванню протягом 1-2 годин обіговим лужним розчином з каустичним модулем $\alpha_k = 3,5$. Для гібситових бокситів вилуговування відбувається протягом 1 години при температурі близько 100 °С розчинами з концентрацією Na_2O не більше 150 г/л. Для бокситів, що важко розкладаються, до складу яких входять беміт або діаспор, вилуговування відбувається при таких умовах: вилуговування в автоклавах при температурі 230 °С, концентрація обігового розчину 300 г/л Na_2O , добавка вапна 3-5 % від маски бокситу.

При вилуговуванні бокситів обіговими розчинами протікають [1-7]:

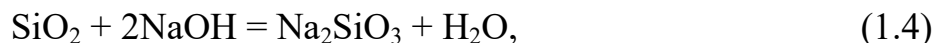
а) для гібситу:



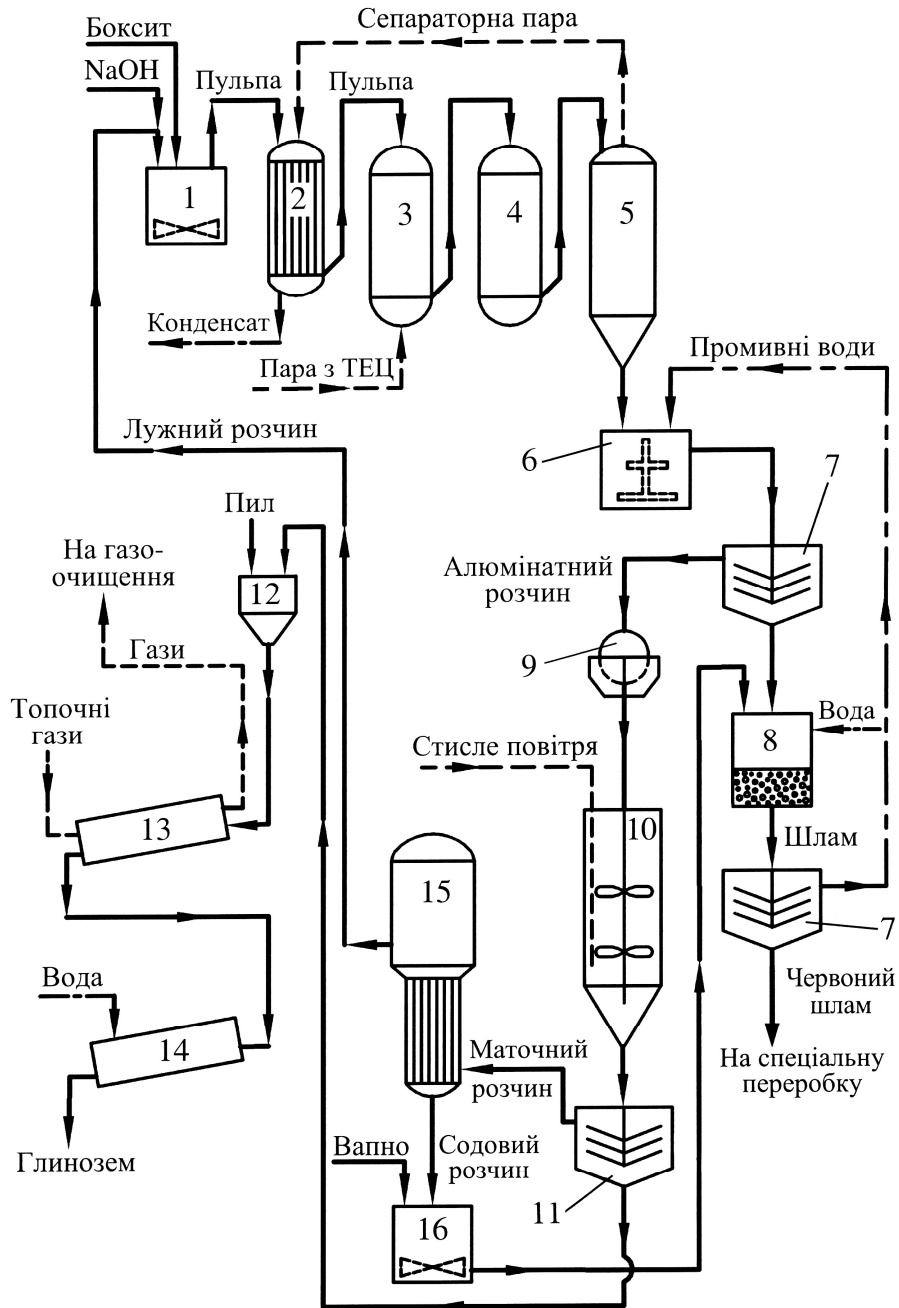
б) для беміту:



Паралельно реакції (1.2) і (1.3) паралельно протікають і інші реакції, обумовлені наявністю розчинних домішок у бокситі та що визивають у підсумку втрати алюмінію і лугу у вигляді гідро алюмосилікати(ГАСН):



На етапі (1.5) утворюється відходи у вигляді червоного шламу.



1 – змішувач; 2 – підігрівач пульпи; 3 – гріючі автоклави;
 4 – батарея реакційних автоклавів; 5 – сепаратор пари і рідини; 6 – розріджувач; 7 – згущувач; 8 – промивач шламу;
 9 – вакуум-фільтр; 10 – декомпозер; 11 – згущувач гидратної пульпи; 12 – бункер; 13 – піч кальцинації; 14 – трубчастий холодильник; 15 – випарна установка; 16 – каустицер

Рисунок 1.1 – Апаратурно-технологічна схема виробництва глинозему за способом Байера

Внаслідок вилуговування бокситу утворюється алюмінатна пульпа, що складається з концентрованого, насиченого оксидом алюмінію, алюмінатного розчину і нерозчинних у лужному розчині складових бокситу (червоний шлам). Пульпою чи суспензією називають гетерогенні системи, що складаються з рідини і зважених твердих часток. Розчин алюмінатної пульпи має каустичний модуль 1,4-1,7. Вміст луку в ньому практично такий же, як і в оборотному розчині (200-300 г/дм³), за винятком частини Na₂O, зв'язаної в гідроалюмосилікати натрію які перейшли в шлам. Такі алюмінатні розчини мають високу щільність і в'язкість.

Вміст твердого (червоного шламу) в автоклавній пульпі складає звичайно 80-100 г/дм³, хоча, у залежності від складу бокситу й концентрації розчину, може досягати 250 г/дм³. Основна маса часток твердої фази має розмір менш 0,01 мм і осідає надзвичайно повільно.

1.2 Склад і властивості червоних шламів

Червоний шлам є побічним продуктом виробництва глинозему із бокситів за способом Байєра. Порівняння хімічного складу червоних шламів від вилуговування бокситів у підприємств з країн колишнього СРСР (шлами тип №1 – тип №4) і з Угорщини (шлам тип №5) приведено в табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – Хімічний склад червоних шламів різних підприємств [6,8]

| Тип шламу | Масова частка компонентів червоного шламу, % | | | | | | | | | | |
|-----------|--|--------------------------------|--------------------------------|-------------------|------|------------------|-----------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------|
| | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | Fe ₂ O ₃ | Na ₂ O | CaO | TiO ₂ | SO ₃ | V ₂ O ₅ | P ₂ O ₅ | Cr ₂ O ₃ | в.п.п. |
| 1 | 3,6 | 16,7 | 64,0 | 1,9 | 0,22 | 5,8 | 0,07 | 0,05 | 0,28 | 0,02 | 7,2 |
| 1 | 11,3 | 16,1 | 43,0 | 8,6 | 1,5 | 5,3 | 0,48 | 0,26 | 0,37 | – | 9,5 |
| 3 | 13,1 | 15,2 | 45,1 | 10,2 | 1,6 | 4,6 | 0,6 | 0,22 | 0,08 | – | 7,0 |
| 4 | 12,2 | 15,6 | 39,5 | 9,2 | 5,5 | 4,3 | 0,35 | 0,09 | 0,27 | – | 8,3 |
| 5 | 10,7 | 14,9 | 33,0 | 6,9 | – | 4,3 | 0,8 | 0,16 | 0,86 | 0,07 | 14,0 |

Луг Na₂O в складі шламу, за даними Елмірс Пап [4,6,8], міститься в трьох видах: такий, що відмивається водою (5-15 %), як ГАСН (60-70 %), як титанат

натрію (решта).

Основними фазами червоних шламів є содаліт, канкриніт, гетит, гематит, титанати натрію і кальцію. За даними Мальца М.С. і Крауса І.П. червоні шлами додатково містять кальцит [1-8]. Фазовий склад червоних шламів, хімічний склад яких наведений у табл.1.1, приведено в табл.1.2.

Таблиця 1.2 – Фазовий склад червоних шламів різних виробників [9]

| Фази | Фазовий склад червоного шламу залежно від типу, % | | | | |
|----------------------------------|---|-----|-----|-----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Вміст Al_2O_3 | | | | | |
| Алюмогетит | 24 | 15 | – | – | 9 |
| Алюмогематит | 6 | 5 | 7 | 6 | 4 |
| Діаспор | – | 13 | 7 | – | 4 |
| Гідрогранат кальцію | – | 4 | 4 | 6 | 11 |
| Беміт | 57 | – | – | – | – |
| Содаліт (канкриніт) | 13 | 61 | 78 | 73 | 61 |
| Інші | – | 2 | 4 | 15 | 11 |
| Вміст Fe_2O_3 | | | | | |
| Гетит | 26 | 45 | 11 | 3 | 38 |
| Гематит | 65 | 53 | 88 | 97 | 57 |
| Магнетит | – | 2 | 1 | – | 5 |
| Ільменіт | 9 | – | – | – | – |
| Вміст TiO_2 | | | | | |
| $CaTiO_3$ | – | 11 | 20 | 33 | 32 |
| Ільменіт | 100 | – | – | – | – |
| Na_2TiO_3 | – | 89 | 80 | 35 | 46 |
| $Ca(Mg,Al,Fe) \cdot TiO_3(OH)_4$ | – | – | – | 32 | 22 |
| Вміст SiO_2 | | | | | |
| Кварц, опал | 39 | 9 | 6 | – | – |
| Содаліт (канкриніт) | 61 | 91 | 94 | 97 | 90 |
| Гідрогранат кальцію | Сл. | Сл. | Сл. | Сл. | 5 |
| Інші | – | – | – | 3 | 5 |

Червоним шламам властиві, за даними Краус І.П. і Фірсанова І.Б. [9], розвинута питома поверхня (23,3–25,3 м²/г) і висока дисперсність: 10-30 % часточок розміром більше 21 мкм; 7,8-12,5 % розміром від 7 мкм до 21 мкм; 8,4-15,5 % розміром від 3 мкм до 7 мкм; 25,8-27,0 % розміром від 1 мкм до 3 мкм; 28-35 % розміром до 1 мкм.

Високою дисперсністю шламів пояснюється їхня низька здатність до фільтрування. Питома продуктивність фільтрування червоних шламів дуже низька поверхня, становить всього 90-120 кг/(м²·год). Тому основним методом подулу фаз під час промивання червоних шламів є метод згущення (відстоювання). Швидкість відстоювання для шламів типу №1, №2 (за табл.1.1) становить 0,06-0,1 м/год [8,9].

1.3 Теоретичні основи згущення червоного шламу

Завданнями згущення червоного шламу є:

- найбільш повне й ефективне відокремлення алюмінатного розчину від червоного шламу;
- одержання чистого алюмінатного розчину заданої концентрації з мінімальним вмістом суспензій і домішок;
- одержання червоного шламу із низькою вологістю, придатного до утилізації.

Ефективність поділу пульпи визначається її фізико-механічними характеристиками (розмір часток твердої фази, щільність твердої й рідкої фаз, в'язкість середовища і т. д.) і методом поділу який використовується.

З відомих промислових методів поділу суспензій (фільтрування, центрифугування, згущення) практичне застосування для відокремлення червоного шламу знайшов метод згущення в сполученні з промиванням.

Згущення засноване на осадженні твердих часток пульпи під дією сили ваги. Для розділення суспензій (пульп), що містять порівняно крупні частинки (соті долі міліметра), у разі невисокої в'язкості рідини і не дуже малої різниці щільності твердих частинок $\rho_{тв}$ і густини рідини $\rho_{ж}$ застосовується природне (гравітаційне) осадження. Гравітаційне осадження здійснюється в полі сил тяжіння під дією рушійної сили $(\rho_{тв} - \rho_{ж}) \cdot g$, що базується на різниці питомих (що доводяться на 1 м³) сил – сили тяжіння і сили, що виштовхує (архімедової).

Розрізняють вільне осадження, коли осідаючі частинки при русі не стикаються одна з іншою, і стиснуте або солідарне (колективне) осадження частинок, що супроводжується тертям між частинками і їх зіткненнями. Вільне осадження має місце лише при дуже малих концентраціях дисперсної фази (до 1 % (об'ємн.)). Протягом відстоювання суспензій спостерігається поступове збільшення концентрації частинок, що диспергують, в напрямку зверху вниз, тому вільне осадження поступово переходить в стиснуте.

Постійну швидкість вільного осадження, яку набуває сферична частинка при урівноваженні дії сили тяжіння опором середовища, можна визначити для найбільш поширеного випадку ламінарного осадження за законом Стокса:

$$\omega_{oc} = d^2 \cdot (\rho_{тв} - \rho_{ж}) \cdot g / (18 \cdot \mu_{см}), \quad (1.7)$$

де ω_{oc} – швидкість вільного осадження частинок, м/с;

d – діаметр частинки, м;

$\rho_{тв}$, $\rho_{ж}$ – густина твердої фази та чистої рідини відповідно, кг/м³;

g – прискорення сили тяжіння, м/с²;

$\mu_{см}$ – динамічна в'язкість суміші, Па·с.

Величину $\mu_{см}$ можна визначити залежно від об'ємної концентрації твердої фази у суміші за формулами:

при $\varphi \leq 0,1$

$$\mu_{см} = \mu_c \cdot (1 + 2,5 \cdot \varphi), \quad (1.8)$$

при $\varphi > 0,1$

$$\mu_{см} = \mu_c \cdot (1 + 4,5 \cdot \varphi), \quad (1.9)$$

де φ – об'ємна концентрація твердої фази у суміші, частки;

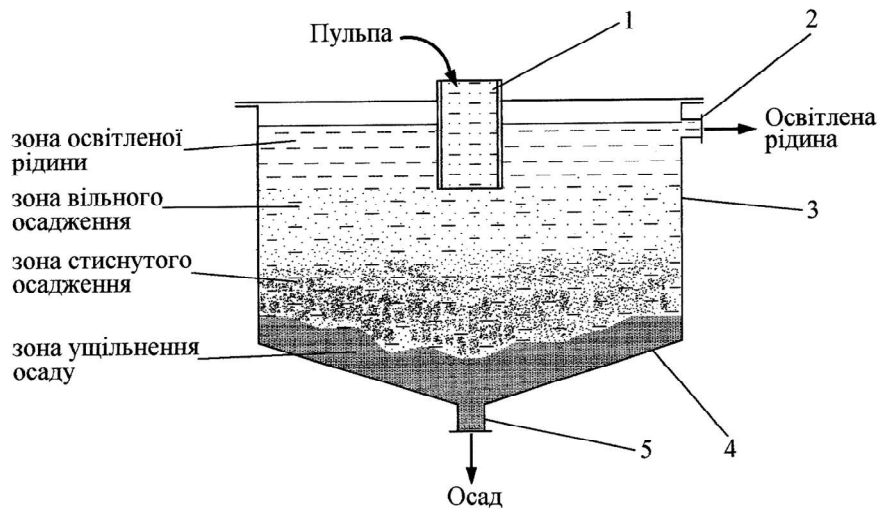
μ_c – динамічна в'язкість чистої рідини, Па·с.

Мінімальний розмір частинок, що осідають за законом Стокса, дорівнює $1 \cdot 10^{-5}$ - $5 \cdot 10^{-5}$ см (критерій Рейнольдса $Re = 10^{-4}$). Максимальний розмір

частинок визначається за формулою, отриманою з рівняння (1.9) при підстановці в нього значення швидкості з виразу критерію Рейнольдса:

$$Re = \frac{\omega_{oc} \cdot d \cdot \rho_{ж}}{\mu_{см}}. \quad (1.10)$$

Процес осадження частинок за часом ілюструє рис. 1.2 [3,4].



- 1 – труба для подачі вихідної пульпи; 2 – штуцер для відведення освітленої рідини; 3 – циліндричний корпус; 4 – конічне днище; 5 – патрубок для видалення осаду

Рисунок 1.2 – Згущувач періодичної дії

У зоні вільного осадження частинок швидкість їх осадження постійна, потім протягом згущування суспензії осадження сповільнюється (зона стиснутого осадження) і далі швидкість різко падає до нуля (зона ущільнення). З часом у поверхні виникає зона освітленого розчину. У зоні ущільнення грубодисперсних суспензій утворюються щільні осади. Дуже тонкі суспензії не дають осадів, як і повного освітлення розчину, в них відбувається лише поступове підвищення концентрації частинок зверху вниз. Полідисперсні суспензії утворюють шаруваті (за крупністю частинок) осади, що використовують для класифікації твердих речовин за їх щільністю і за величиною частинок.

1.4 Технологічні особливості згущення червоних шламів

Пульпу, отриману після вилуговування бокситів, розбавляють промивною водою від промивання червоного шламу. Отримана розбавлена пульпа є двофазною системою, тверда фаза якої складається з низки елементів, зв'язаних у складні сполуки. Розмір частинок шламу залежить від ступеня подрібнення бокситу, його мінералогічного складу і структури. За однакових умов гібситові боксити утворюють більш дрібні часточки, які гірше кристалізуються і утворюють асоціати. Між частинками шламу утримується значна кількість алюмінатного розчину, який після згущення потрібно вимивати з осаду. Чим міцніше зчеплення між частинками, тим більший об'єм розчину утримується ними, і тим повільніше осад ущільнюється.

Мінералогічний склад шламу впливає на здатність утворювати певний тип структури.

Чинники, що впливають на згущення пульпи червоних шламів:

- ступінь подрібнення бокситів;
- мінералогічний склад і структура бокситу;
- концентрація алюмінатного розчину, яка пов'язана з в'язкістю і густиною розчину;
- температура розчину;
- наявність в розчині органічних речовин, сульфатів, хлориду натрію та інших домішок.

При виборі умов відстоювання і промивання червоних шламів варто враховувати також вплив цих параметрів на показники наступних переділів: декомпозиції й випарювання [3-8,10-19].

Розведення алюмінатних пульп з однієї сторони приводить до інтенсифікації процесів відстоювання й поліпшенню відмивання шламу. З іншої сторони при розведенні знижується стійкість розчинів, починається їхній гідроліз у системі промивання. Крім того, введення води на розведення й

промивання приводить до необхідності її наступного випарювання, що підвищує енерговитрати. Алюмінатні розчини після розведення повинні залишатися досить стійкими в період промивання, пересиченими оксидом алюмінію в умовах декомпозиції. При цьому в них повинно бути введено мінімально необхідна кількість води, що забезпечує якісне промивання.

Таким вимогам відповідають алюмінатні розчини концентрацією 100-160 г/дм³ Na₂O при температурі 95-100 °С. На практиці промивання ведуть з одержанням алюмінатних розчинів утримуючих 140-160 г/дм³ Na₂O.

Швидкість осадження червоного шламу знижується з підвищенням концентрації алюмінатного розчину. Негативно впливають також наявні в розчині органічні речовини, сода, сульфати, хлорид натрію, деякі інші домішки.

Для прискорення процесу агрегації частинок шламу у розчин до шламу додають спеціальні добавки: коагулянти, флокулянти. Якщо їх не використовувати, осадження шламу відбувається дуже повільно або майже не відбувається. Частинки діаметром до 0,1 мкм в умовах згущення практично не осаджуються. Синтетичні флокулянти є реагентами, що швидко впливають, мають високу спорідненість до твердих поверхней, на яких вони адсорбуються. Пластівці, що утворюються за таких умов, є міцнішими, ніж при застосуванні коагулянтів.

1.5 Застосування коагулянтів і флокулянтів при згущенні

Інтенсифікація відстоювання, а також інших процесів розділення рідкої і твердої фаз може бути досягнута додаванням до суспензії речовин, що знижують її стійкість і приводять до утворення агрегатів, осадження яких відбувається швидше, ніж початкових частинок. Такими речовинами можуть бути багато сполук, що відносяться до різних хімічних класів: неорганічні електроліти (луги, кислоти, солі), поверхнево-активні органічні речовини, розчинені у водному розчині (високомолекулярні спирти, кислоти, ефіри) і

колоїди (желатин, агар-агар, сапонін); високополімерні сполуки з лінійною структурою молекул, природні (крохмалі, столярний клей) і синтетичні (типу поліакриламід) полімери.

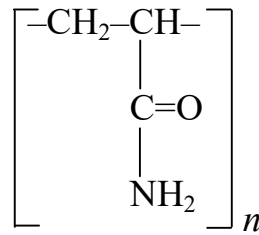
Розрізняють два різновиди процесу утворення агрегатів частинок: коагуляцію і флокуляцію [3-7,14].

Коагуляцією називають процес утворення агрегатів частинок під впливом додавання простих електролітів або інших речовин, що знижують електрокінетичний потенціал до $\xi \leq 0,03$ В. При цьому внаслідок потоншення дифузної частини подвійного шару зменшується гідратна оболонка. Додавання поверхнево-активних речовин, що адсорбуються на частинках, знижує поверхневий натяг і також приводить до гідрофобізації поверхні внаслідок орієнтованої адсорбції молекул полярними групами до поверхні частинки, а вуглеводневими (що не несуть заряду) – назовні. Під час гідрофобізації поверхні раніше роз'єднані гідратними оболонками частинки зближуються і відбувається їх зчеплення за рахунок некомпенсованих на поверхні сил. Термодинамічно нестійка дисперсна система переходить в стан, ближчий до рівноважного.

При флокуляції утворення агрегатів відбувається головним чином за допомогою макромолекул флокулянтів. Зв'язок між частинками у флокулі міцніший, ніж в коагулянті. На відміну від коагуляції утворення флокул може відбуватися при більш високому електрокінетичному потенціалі, а іноді навіть при його підвищенні протягом флокуляції. Якщо при коагуляції головними силами є слабкі ван-дер-ваальсові сили, то флокуляція відбувається в результаті як електростатичної взаємодії частинок і флокулянтів, так і утворення водневих і хімічних зв'язків між ними. У літературі нерідко обидва терміни (коагуляція і флокуляція) застосовують як синоніми.

У вітчизняній промисловості з природних високополімерних флокулянтів широко використовують крохмаль і столярний клей, а останніми роками набули поширення синтетичні поліакриламідні і деякі інші флокулянти.

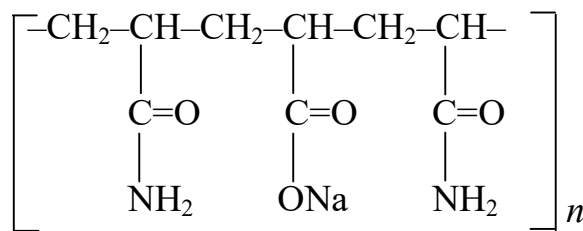
Поліакриламід (ПАА) має формулу:



де n дорівнює десяткам тисяч.

Найбільш ефективний частково гідролізований ПАА, що є катіоно-аніонним поліелектролітом зі значною молекулярною масою (10^5 - 10^6) і добре розчинний у воді. Його отримують лужною обробкою ПАА, при якій утворюється продукт, що відповідає формулі:

де n дорівнює десяткам тисяч.



Молекула такого ПАА у водному розчині, відокремлюючи в результаті дисоціації іон натрію, утворює аніонні групи —COO^- . У свою чергу амідна група CONH_2 здатна в деякій мірі приєднувати іон водню, утворюючи при цьому катіонну групу амідінію —CONH_3^+ . Довжина ланцюжка однієї молекули ПАА досягає декількох мікрометрів. Така молекула може адсорбуватися на активних ділянках декількох твердих частинок, зв'язуючи їх у флокулу.

Слід зазначити, що процес відстоювання сфлокульованих пульп відрізняється від розглянутого раніше. Відстоювання відбувається без сегрегації тонких і крупних частинок. Крупні частинки приєднуються до флокул з тонких частинок і осідають з постійною швидкістю аж до зони ущільнення, де швидкість різко зменшується. Матеріал в осаді також не сегрегує.

У гідрометалургійних суспензіях процеси коагуляції неорганічними електролітами мають місце безпосередньо при отриманні суспензії, оскільки

вони містять достатньо концентровані розчини лугів, кислот або солей (наприклад, при осадженні малорозчинних сульфідів або гідроксидів металів). Процеси флокуляції відбуваються при спеціальному додаванні флокулянтів. На уранових підприємствах при згущенні продуктів вилуговування руд додавання ПАА і деяких природних флокулянтів (картопляного крохмалю, пшеничної муки) у кількостях від 4 до 40 г/т твердого збільшило швидкість відстоювання в 10...30 разів, а при витраті флокулянтів 30-200 г/т твердого – у 50-100 разів.

У цинковому виробництві застосування ПАА при згущенні пульп сірчаноокислотного вилуговування недогарка збільшило продуктивність згущувачів удвічі при витратах ПАА 50 г/т твердої речовини.

Висновки. Проаналізовано сучасний стан утворення червоних шламів, їх хімічний і фазовий склад, властивості.

Досліджено чинники, що впливають на згущення пульпи червоного шламу. Для інтенсифікації згущення пульпи червоного шламу рекомендується добавляти рідкий флокулянт в пульпу.

Завдання експериментального дослідження:

1. Експериментально дослідити сучасні флокулянти для згущення пульпи червоного шламу, що утворюється під час переробки гвінейських бокситів «Кіндія» і «Діан-Діан» та гайянських бокситів, також їх вплив на поділ пульпи.

2. В напівпромислових умовах експериментально дослідити процес розділення пульпи червоних шламів і вплив нового флокулянта НА-L88 на згущення червоного шламу.

3. Вибрати напрями вдосконалення технології згущення червоних шламів.

2 МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Характеристики вихідних матеріалів і обладнання

Для дослідження процесу згущення надходили пульпи червоних шламів, що утворюються в автоклавних батареях під час переробки гвінейських бокситів «Кіндія» і «Діан-Діан», гайянських бокситів.

Кількість червоного шламу, визначали за розрахунком щодо отримання червоного шламу із 1 т сухого бокситу. Витрата шламу становить 0,42 т/т для бокситу марки «Кіндія», 0,35 т/т для бокситу марки «Діан-Діан», 0,30 т/т для гайянського бокситу.

Під час випробування флокулянта НА-L88 також досліджували його витрату на згущення пульпи, яка утворилася під переробки різних марок бокситів (гвінейських і гаванського).

Як реагенти для згущення використовували флокулянт НА-3000 та новий флокулянт виробництва компанії «Shandong Hansol Chemical Co., Ltd» марки НА-L88.

Фізико-хімічні властивості флокулянта НА-L88 наведено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Фізико-хімічні властивості флокулянта НА-L88

| Показник | Величина |
|--|---|
| Фізичний стан, колір, запах | Біла рідка емульсія зі слабким органічним запахом |
| Показник рН | 7 – 9 |
| Мінімальна масова частка твердої фази, % | 38 |
| В'язкість, мм ² /с | 80 – 200 |
| Температура кипіння, °С | не менше 100 |
| Температура замерзання, °С | – 10 |
| Тиск пари, не більше мм рт.ст. | 0,01 |
| Питома вага, г/см ³ | 1,0 – 1,2 |
| Розчинність у воді, % | 10 (утворює гель) |

Витрату рідкого флокулянта, що додавали під час дослідження, конт-

ролювали за допомогою щільноміра (рис.2.1).



Рисунок 2.1 – Зовнішній вигляд обладнання

Технологічні режими, що досліджувалися під час згущення шламової пульпи, враховували такі показники: добова витрата 100 %-го флокулянта, годинна витрата розведеної пульпи, навантаження на привід кожного згущувача, щільність шламу зі згущувачів, висота підйому граблін.

2.2 Методика лабораторного дослідження згущення червоного шламу

Розчин нового флокулянта НА-L88 готували відповідно до застосованої методики приготування флокулянта НХ-3000. Розчин флокулянта НХ-3000 готували на установці компанії Cytec.

Для приготування 1,55 %-й розчину флокулянта НА-L88 з використовували суміші підшламової води, конденсату і розчину стабілізації. Періодично відбирали та аналізували промивні води на вміст натрієвого лугу. Під час дослідження вміст Na_2O у промивних водах знаходився в межах від 5 г/дм^3 до 20 г/дм^3 .

Під час випробування контролювали такі параметри технологічного процесу: добова витрата 100 %-го флокулянта, годинна витрата розведеної пульпи, навантаження на привід кожного згущувача, щільність шламу зі згущувачів, висота підйому гребків. Додатково періодично аналізували зливи зі згущувачів на вміст Fe_2O_3 , шлами зі згущувачів – на вміст твердої фази, співвідношення рідина:тверде.

2.3 Методика визначення масової концентрації оксиду алюмінію в алюмінатних, обігових розчинах, пульпах глиноземного виробництва

Визначення масової концентрації оксиду алюмінію виконують для двох, відібраних об'ємів технологічного розчину [15].

Об'єм технологічного розчину (V_a) поміщають в мірну колбу місткістю 100 см^3 (V), доводять об'єм до позначки дистильованою водою та перемішують. Величина об'ємної частки технологічного розчину, в залежності від вмісту оксиду алюмінію, приведена в таблиці 2.2. Аліквотну частину (V_p) розбавленого розчину поміщають в конічну колбу місткістю 250 см^3 , розбавляють дистильованою водою до 100 см^3 . Величина аліквотної частини розбавленого розчину, в залежності від вмісту оксиду алюмінію, приведена в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Величина аліквотних частин вихідного та розведеного технологічного розчину

| Вміст Al_2O_3 в технологічному розчині, $г/дм^3$ | Об'єм технологічного розчину (V_a), $см^3$ | Загальний об'єм розведення (V), $см^3$ | Аліквотна частина розведеного розчину (V_p), $см^3$ | Об'єм трилона Б, що додається до аналізованого розчину, $см^3$ |
|--|--|--|---|--|
| 1,0÷50,0 | 20 | 100 | 5 | 15 |
| 50,0÷180,0 | 10 | 100 | 5 | 20 |
| Більше 180,0 | 10 | 100 | 5 | 35 |

Далі до аналізованого розчину додають з бюретки розчин трилона Б (0,2н), нагрівають до кипіння, додають 3-4 краплі індикатора ксиленолового помаранчевого та нейтралізують по краплям соляної кислоти (1:1) до переходу забарвлення індикатора у жовтий колір. Після нейтралізації добавляють 15 см³ ацетатного буферного розчину (рН=5,5) та охолоджують. В охолоджений розчин прибавляють 2-3 краплі індикатора ксиленолового помаранчевого та відтитровують надлишок трилона Б розчином цинку оцетокислого (0,2н) до переходу забарвлення розчину з жовтого в рожевий.

Значення масової концентрації оксиду алюмінію (X) обчислюють за формулою:

$$X = \frac{(V_1 - K_1 * V_2) * T * V * 1000}{V_a * V_p}, \quad (2.1)$$

де X – вміст оксиду алюмінію в технологічному розчині, г/дм³;

V₁ – об'єм розчину трилона Б (0,2 н.), см³;

V₂ – об'єм розчину цинку оцетокислого (0,2 н.), витрачений на титрування, см³;

T – титр розчину цинку оцетокислого (0,2 н.), виражений в г/см³ оксиду алюмінію;

V_a – об'єм технологічного розчину, відібраний для визначення, см³;

V_p – аліквотна частина розведеного розчину, см³;

V – загальний об'єм розведення технологічного розчину, см³;

K₁ – коефіцієнт поправки для розчину цинку оцетокислого (0,2 н.).

2.4 Методика гравіметричного визначення вмісту твердої фази в алюмінатних розчинах та пульпі

Визначення вмісту твердої фази виконують гравіметричним методом аналізу.

Метод визначення вмісту твердої фази в пульпі, шламах та суспензіях

глиноземного виробництва заснован на відділенні твердої фази шляхом фільтрації аналізуючого об'єму проби, висушування до постійної маси та зважування отриманого залишку твердої фази. Для визначення вмісту твердої фази відбирають дві аліквоти аналізуючої проби. Фільтр зважують с похибкою 0,01 г. та поміщають в воронку Брюхнера [15].

Відбирають аліквоту 100 см³ проби в три рази, після кожного разу ретельно перемішують методом “з склянки в склянку”. Причому основну частину аліквоти відбирають за два рази, а під час третього – обережно доводять до відмітки. Для проб з вмістом твердого – 800 г/дм³ і більше відбирають аліквоту 50 см³. Циліндр с аліквотою зважують з похибкою 0,01 г. Відібрану аліквоту переносять на воронку Бюхнера. Залишок на фільтрі промивають гарячою водою. Якість відмивки контролюють індикатором фенолфталеїном до зупинки забарвлення відмивної води в рожевий колір. Вапнякову суспензію після переносу на воронку Бюхнера однократно промивають 1 дм³ гарячою дистильованою водою. Залишок разом с фільтром висушують у сушильному шкафі при (100±5) °С протягом 2-х годин до постійної маси, охолоджують на повітрі та зважують. Вміст твердої фази в технологічних розчинах, пульпі та суспензіях в масових концентраціях, г/дм³, визначають за формулою:

$$X = \frac{m_2 - m_1}{V} * 1000, \text{ г/дм}^3, \quad (2.2)$$

де X – вміст твердої фази, г/дм³;

m_1 – маса фільтра, г;

m_2 – маса залишку з фільтром, г;

V – об'єм аліквоти, відібраної на аналіз, см³;

Вміст твердої фази пульпи в масових частках, %, визначають за формулою:

$$X = \frac{m_2 - m_1}{m_4 - m_3} * 100, \% \quad (2.3)$$

де X – вміст твердої фази в пульпі в масових долях, %;

m_1 – маса фільтра, г;

m_2 – маса залишку з фільтром, г;

m_3 – маса циліндру, г;

m_4 – маса циліндру з пульпою, г;

За результат аналізу приймають середнє арифметичне значення результатів двох аліквот проби.

2.5 Методика визначення концентрації загального лугу

У колбу місткістю 250 мл відібрати аліквотну частину за допомогою піпетки і гумової груші. Додати дистильованої води так, щоб по нижньому меніску рівень розчину збігався з рисою на горлечку колби. Розчин, що міститься у колбі, ретельно перемішати і відібрати другу аліквотну частину – у дві конічні колби за допомогою піпетки і гумової груші. У конічні колби додати по 50 мл дистильованої води і по 1–2 краплі фенолфталеїну. Розчин набуває фіолетового кольору. Потім провести титрування 0,1 н. розчином НСІ до зникнення фіолетового кольору. Концентрацію лугу розрахувати за формулою:

$$C_{Na_2O_{заг}} = \frac{V_T \cdot V_P \cdot K}{A_1 \cdot A_2}, \quad (2.4)$$

де $C_{Na_2O_{заг}}$ – концентрація загального лугу $Na_2O_{заг}$ в розчині, г/л;

V_T – об'єм титранта, мл;

V_P – об'єм розведення, мл;

K – коефіцієнт (для Na_2O рівний 3,1);

A_1 – перша аліквотна частина, мл;

A_2 – друга аліквотна частина, мл.

2.6 Методика визначення концентрації каустичного лугу

У колбу місткістю 250 мл відібрати аліквотну частину за допомогою піпетки і гумової груші. Додати дистильованої води так, щоб по нижньому меніску рівень розчину збігався з рисою на горлечку колби. Розчин, що міститься у колбі, ретельно перемішати і відібрати другу аліквотну частину в дві конічні колби за допомогою піпетки і гумової груші. У конічні колби додати по 50 мл дистильованої води, по 10 мл 10%-ного розчину BaCl_2 і по 1–2 краплі фенолфталеїну. Розчин набуває фіолетового кольору. Потім провести титрування 0,1 н. розчином HCl до зникнення фіолетового кольору. Концентрацію лугу розрахувати за формулою [21]:

$$C_{\text{Na}_2\text{O}_k} = \frac{V_T \cdot V_P \cdot K}{A_1 \cdot A_2}, \quad (2.5)$$

де $C_{\text{Na}_2\text{O}_k}$ – концентрація каустичного лугу Na_2O_k в розчині, г/л;

V_T – об'єм титранта, мл;

V_P – об'єм розведення, мл;

K – коефіцієнт (для Na_2O рівний 3,1);

A_1 – перша аліквотна частин, мл;

A_2 – друга аліквотна частина, мл.

2.7 Методика визначення гранулометричного складу глинозему та гідроксиду алюмінію методом лазерної дифракції

Визначення гранулометричного складу виконують методом лазерної дифракції, який полягає в дифракції монохроматичного випромінювання на частинках матеріалу, визначенні кутового розсіювання випромінювання і розрахунку інтегрального розподілу вмісту фракцій.

Під час визначення гранулометричного складу необхідно дотримуватись таких вимог:

- Температура довкілля - (20 ± 5) °С.
- Відносна вологість атмосферного повітря – до 80 % при температурі (20 ± 5) °С.
- Напруга струму (220 ± 20) В.
- Приміщення не повинно піддаватися механічним коливанням.
- Вимірювальна техніка не повинна піддаватися односторонньому нагріву чи охолодженню , а також потужному світловому потоку.
- Модулі аналізатора повинні бути розміщені горизонтально.

Визначення гранулометричного складу проби виконують в двох навісках проби. Усереднений матеріал навіски подають шпателем в резервуар диспергатора у кількості, що забезпечує оптимальну та стабільну степінь ослаблення лазерного променя (затемнення). Затемнення контролюють візуально на дисплеї монітору. Через 20-30 секунд, після стабілізації рівня затемнення, виконують обчислення кутового розподілу інтенсивності розсіяного випромінювання лазера частинками матеріалу проби. Результати розрахунку виводять на екран монітора та заносять у архів методики у вигляді графіка інтегрального розподілу. Вихід фракції більш ніж 125-150 мкм виводяться програмним забезпеченням окремим рядком на монітор. Розрахунок складу виходу фракції в аналізуючому діапазоні визначається програмним забезпеченням автоматично. Результат визначення гранулометричного складу оформляють в робочий журнал. Результат аналізу записують у вигляді:

$$X = X_{cp} \pm \Delta, \quad (2.6)$$

де X – склад виходу фракції, масова доля, %;

X_{cp} – середнє арифметичне значення результатів складу виходу фракції;

Δ – похибка аналізу, $г/см^3$.

3 ДОСЛІДНИЦЬКА ЧАСТИНА

3.1 Дослідження факторів, що впливають на згущення червоного шламу

Пульпу, отриману після вилуговування бокситів, розбавляють промивною водою від промивання червоного шламу. Отримана розбавлена пульпа є двофазною системою, тверда фаза якої складається з низки елементів, зв'язаних у складні сполуки. Розмір частинок шламу залежить від степеня подрібнення бокситу, його мінералогічного складу і структури. За однакових умов гібситові боксити утворюють більш дрібні часточки, які гірше кристалізуються і утворюють асоціати. Між частинками шламу утримується значна кількість алюмінатного розчину, який після згущення потрібно вимивати з осаду. Чим міцніше зчеплення між частинками, тим більший об'єм розчину утримується ними, і тим повільніше осад ущільнюється.

Мінералогічний склад шламу впливає на здатність утворювати певний тип структури.

Швидкість осадження червоного шламу знижується з підвищенням концентрації алюмінатного розчину. Негативно впливають також наявні в розчині органічні речовини, сода, сульфати, хлорид натрію, деякі інші домішки.

Для прискорення процесу агрегації частинок шламу у розчин до шламу додають спеціальні добавки: коагулянти, флокулянти. Якщо їх не використовувати, осадження шламу відбувається дуже повільно або майже не відбувається. Частинки діаметром до 0,1 мкм в умовах згущення практично не осаджуються. Синтетичні флокулянти є реагентами, що швидко впливають, мають високу спорідненість до твердих поверхней, на яких вони адсорбуються. Пластівці, що утворюються за таких умов, є міцнішими, ніж при застосуванні коагулянтів.

3.2 Дослідження впливу флокулянта НХ-3000 на показники згущення червоного шламу

Переробка бокситів за способом Байєра для отримання глинозему є складовою частиною технологічного ланцюга з виробництва металевого алюмінію. Після згущення та контрольного фільтрування з алюмінатного розчину гідролітичним розкладанням (декомпозицією) виділяють гідроксид алюмінію. Якість алюмінатного розчину визначається концентрацією в ньому часточок шламу. Поділ фаз і згущення пульпи червоного шламу відбуваються завдяки осадженню твердих часточок дисперсної фази (червоного шламу) під дією сили тяжіння. Відокремлений від алюмінатного розчину червоний шлам є відходом виробництва глинозему [19-24]. Для інтенсифікації процесу в пульпу додають синтетичний флокулянт, витрата якого впливає на технологічні й економічні показники процесу.

На ТОВ «Миколаївський глиноземний завод» (ТОВ «МГЗ») відпрацьована та застосовується технологія згущення червоного шламу, який утворюється під час отримання глинозему з бокситів, із використанням флокулянта НХ-3000, розчин якого готують на установці компанії Cytec.

Проведені дослідження щодо вивчення впливу флокулянта НХ-3000 для згущення червоного шламу в однокамерних згущувачах. Технологічні режими, що досліджувалися під час згущення шламової пульпи, наведено в табл.3.1.

Під час випробування контролювали такі параметри технологічного процесу: добова витрата 100 %-го флокулянта, годинна витрата розведеної пульпи, навантаження на привід кожного згущувача, щільність шламу зі згущувачів, висота підйому граблін. Додатково періодично аналізували зливи зі згущувачів на вміст Fe_2O_3 , шлами зі згущувачів – на вміст твердої фази, співвідношення рідина:тверде.

Таблиця 3.1 – Технологічні режими роботи згущувачів з флокулянтом
НХ-3000

| Но- мер дос- лід- у | Навантаження на привід згущувача, т | | | | | Витрата розбавленої пульпи, м ³ /год | | | | | Висота підйому граблін, мм | | | | |
|---------------------------------|--|----|----|----|-----|--|-----|-----|-----|-----|-------------------------------|-----|-----|-----|-----|
| | № 1 | №2 | №3 | №4 | № 5 | № 1 | №2 | №3 | №4 | №5 | № 1 | № 2 | №3 | №4 | №5 |
| 1 | 30 | 28 | 28 | 29 | 27 | 424 | 715 | 617 | 457 | 617 | 310 | 100 | 130 | 200 | 290 |
| 2 | 27 | 27 | 28 | 26 | 23 | 555 | 715 | 638 | 393 | 472 | 326 | 96 | 130 | 218 | 334 |
| 3 | 27 | 24 | 25 | 26 | 22 | 488 | 703 | 526 | 538 | 619 | 312 | 95 | 130 | 220 | 340 |
| 4 | 26 | 24 | 25 | 26 | 21 | 506 | 710 | 602 | 516 | 609 | 310 | 95 | 130 | 220 | 340 |
| 5 | 24 | 24 | 25 | 26 | 20 | 471 | 715 | 611 | 517 | 560 | 310 | 95 | 130 | 220 | 340 |
| 6 | 26 | 23 | 26 | 26 | 19 | 557 | 113 | 607 | 526 | 563 | 249 | 95 | 130 | 220 | 340 |
| 7 | 27 | 25 | 27 | 27 | 22 | 607 | 648 | 668 | 560 | 632 | 305 | 95 | 130 | 220 | 340 |
| 8 | 28 | 26 | 27 | 28 | 21 | 640 | 701 | 622 | 516 | 551 | 305 | 95 | 130 | 220 | 340 |
| 9 | 28 | 25 | 26 | 29 | 21 | 532 | 711 | 592 | 529 | 590 | 295 | 95 | 130 | 220 | 340 |
| 10 | 27 | 25 | 25 | 28 | 20 | 566 | 713 | 654 | 513 | 466 | 285 | 95 | 130 | 220 | 340 |
| 11 | 28 | 26 | 27 | 28 | 19 | 681 | 714 | 693 | 546 | 536 | 285 | 95 | 130 | 220 | 340 |
| 12 | 31 | 30 | 29 | 29 | 24 | 679 | 715 | 635 | 565 | 510 | 291 | 95 | 130 | 220 | 340 |
| 13 | 29 | 29 | 27 | 30 | 21 | 630 | 715 | 644 | 632 | 540 | 300 | 95 | 130 | 220 | 340 |
| 14 | 28 | 28 | 27 | 28 | 20 | 615 | 715 | 691 | 632 | 500 | 300 | 95 | 130 | 220 | 340 |
| 15 | 29 | 27 | 26 | 28 | 20 | 611 | 182 | 682 | 600 | 498 | 294 | 95 | 130 | 220 | 340 |
| Сере- дне | 27 | 26 | 26 | 28 | 21 | 579 | 661 | 629 | 537 | 550 | 298 | 95 | 130 | 220 | 340 |

Під час дослідження потік розбавленої пульпи змінювався залежно від кількості працюючих автоклавних батарей. На переробку в автоклавні батареї надходили гвінейські боксити «Кіндія» і «Діан-Діан», гайянський боксит. Кількість червоного шламу, визначена за розрахунком щодо отримання червоного шламу із 1 т сухого бокситу, становить 0,42 т/т для бокситу марки «Кіндія», 0,35 т/т для бокситу марки «Діан-Діан», 0,30 т/т для гайянського бокситу.

Під час випробування флокулянта НХ-3000 також досліджували його витрату на згущення пульпи, яка утворилася під переробки різних марок бокситів (гвінейських і гаванського). Результати дослідв наведено в табл.3.2.

Таблиця 3.2 – Витрата флокулянта НХ-3000 та бокситів різних марок на згущення шламу

| Но- мер дос- лід ду | Питома витрата флоку- лянта, кг/т | Витрата бокситів різних марок, т | | | | | | сумарна |
|---------------------------------|---|----------------------------------|---------------|---------------|------------------|------|------|---------|
| | | Кіндіа | Діан- Діан | Гайяна | | | | |
| | | авто- клав | авто- клав | авто- клав | підсла- щення | АГВ | Z | |
| 1 | 0,310 | 5851 | - | 1570 | 2476 | 1373 | 5419 | 11271 |
| 2 | 0,321 | 4911 | - | 1897 | 2331 | 1352 | 5580 | 10491 |
| 3 | 0,336 | 5386 | - | 1871 | 2353 | 1311 | 5535 | 10921 |
| 4 | 0,288 | 7560 | - | 1420 | 2325 | 1255 | 5000 | 12560 |
| 5 | 0,314 | 6009 | - | 1583 | 2513 | 1178 | 5275 | 11284 |
| 6 | 0,291 | 6099 | - | 1493 | 2462 | 1217 | 5172 | 11271 |
| 7 | 0,266 | 7948 | - | - | 2499 | 1262 | 3760 | 11708 |
| 8 | 0,291 | 8716 | - | - | 2606 | 1088 | 3694 | 12410 |
| 9 | 0,342 | 6856 | - | - | 2499 | 1045 | 3545 | 10401 |
| 10 | 0,311 | 8123 | - | - | 2477 | 1166 | 3642 | 11766 |
| 11 | 0,257 | 9538 | - | - | 2360 | 1235 | 3595 | 13133 |
| 12 | 0,266 | 9377 | 1535 | - | 2892 | 1283 | 4175 | 15087 |
| 13 | 0,293 | 7965 | 1872 | - | 2732 | 1217 | 3949 | 13786 |
| 14 | 0,318 | 7826 | 1770 | - | 2822 | 1283 | 4106 | 13702 |
| 15 | 0,328 | 7542 | 1679 | | 2829 | 1091 | 3920 | 13142 |
| Сере- дне | 0,3 | 7298 | 1726 | 1639 | 2525 | 1233 | 4460 | 12128 |

Витрату флокулянта контролювали за допомогою щільноміра (рис.3.1).

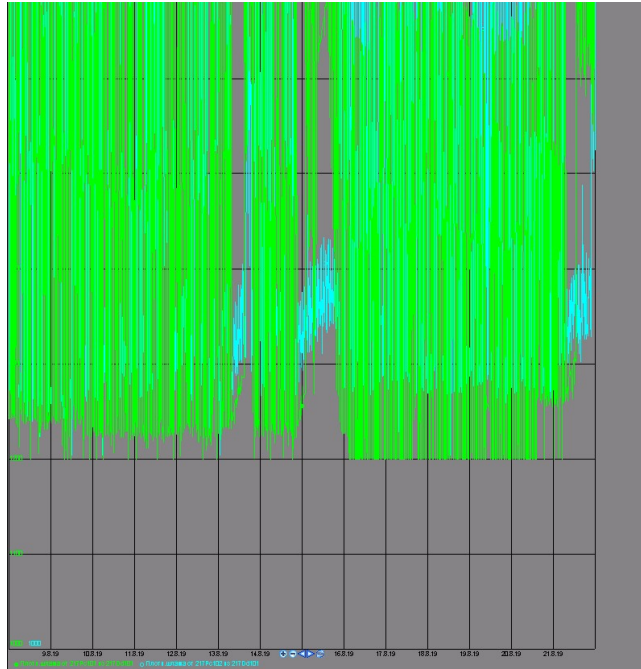


Рисунок 3.1 – Реєстрація щільності шламу за показаннями щільноміра



Рисунок 3.2 – Реєстрація витрати флокулянта НХ-3000 (1) та розбавленої пульпи (2) на згущувач

3.3 Дослідження впливу флокулянта НА-L88 на показники згущення червоного шламу

Для найбільш повного осадження часточок червоного шламу проведено дослідження щодо заміни використовованого флокулянта НА-3000 на новий флокулянт виробництва компанії «Shandong Hansol Chemical Co., Ltd» марки НА-L88.

Розчин нового флокулянта НА-L88 готувався відповідно до застосованої методики приготування флокулянта НХ-3000. Готували 1,55 %-й розчин флокулянта НА-L88 з використанням суміші підшламової води, конденсату і розчину стабілізації. Періодично відбирали та аналізували промивні води на вміст натрієвого лугу. Під час дослідження вміст Na_2O у промивних водах знаходився в межах від 5 г/дм^3 до 20 г/дм^3 .

Під час випробування контролювали такі параметри технологічного процесу: добова витрата 100 %-го флокулянта, годинна витрата розведеної пульпи, навантаження на привід кожного згущувача, щільність шламу зі згущувачів, висота підйому гребків. Додатково періодично аналізували зливи зі згущувачів на вміст Fe_2O_3 , шлами зі згущувачів – на вміст твердої фази, співвідношення рідина:тверде (рис.3.3–рис.3.5). Технологічні режими, що досліджувалися під час згущення шламової пульпи, наведено в табл.3.3.

Під час випробування флокулянта НА-L88 також досліджували його витрату на згущення пульпи, яка утворилася під переробки різних марок бокситів (гвінейських і гаванського). Результати дослідв наведено в табл.3.4.

За результатами відбирання проб шламів встановлено, що під час використання нового флокулянта відбувається значний поділ пульпи між гребками на розчинну і шламову частини. Ймовірно такий поділ пов'язаний зі зміненням плинності шламу, потребує додаткового вивчення.

Таблиця 3.3 – Технологічні режими роботи згущувачів з флокулянтном НА-L88

| Но- мер дос- лід | Навантаження на привід згущувача, т | | | | | Витрата розбавленої пульпи, м ³ /год | | | | | Висота підйому граблін, мм | | | | |
|---------------------------|--|----|----|----|----|--|-----|-----|-----|-----|-------------------------------|----|-----|-----|-----|
| | № 1 | №2 | №3 | №4 | №5 | № 1 | №2 | №3 | №4 | №5 | № 1 | №2 | №3 | №4 | №5 |
| 1 | 30 | 28 | 29 | 28 | 22 | 581 | 715 | 635 | 565 | 631 | 290 | 95 | 130 | 220 | 340 |
| 2 | 29 | 26 | 27 | 26 | 21 | 516 | 713 | 624 | 483 | 590 | 290 | 95 | 130 | 220 | 340 |
| 3 | 29 | 28 | 28 | 25 | 22 | 520 | 715 | 593 | 458 | 619 | 290 | 95 | 130 | 220 | 340 |
| 4 | 27 | 27 | 26 | 28 | 21 | 531 | 715 | 634 | 488 | 557 | 290 | 95 | 130 | 220 | 340 |
| 5 | 27 | 26 | 25 | 26 | 21 | 538 | 685 | 588 | 534 | 609 | 288 | 95 | 130 | 220 | 340 |
| 6 | 27 | 26 | 27 | 28 | 22 | 146 | 715 | 599 | 544 | 568 | 285 | 95 | 130 | 220 | 340 |
| 7 | 27 | 25 | 26 | 28 | 21 | 349 | 513 | 482 | 599 | 615 | 285 | 95 | 130 | 220 | 340 |
| 8 | 28 | 25 | 27 | 29 | 22 | 632 | 694 | 614 | 631 | 565 | 285 | 95 | 130 | 220 | 340 |
| 9 | 30 | 26 | 29 | 28 | 22 | 623 | 710 | 654 | 550 | 545 | 285 | 95 | 130 | 220 | 340 |
| 10 | 30 | 28 | 30 | 28 | 21 | 505 | 715 | 616 | 569 | 580 | 281 | 95 | 130 | 220 | 340 |
| 11 | 28 | 25 | 30 | 25 | 21 | 656 | 715 | 648 | 532 | 578 | 280 | 95 | 130 | 220 | 340 |
| 12 | 31 | 29 | 30 | 28 | 23 | 570 | 695 | 531 | 569 | 584 | 280 | 95 | 130 | 220 | 340 |
| 13 | 28 | 25 | 26 | 29 | 21 | 632 | 660 | 591 | 525 | 330 | 280 | 95 | 130 | 220 | 340 |
| 14 | 31 | 27 | 29 | 28 | 17 | 702 | 691 | 670 | 638 | 461 | 280 | 95 | 130 | 220 | 340 |
| Сере- дне | 29 | 26 | 28 | 28 | 21 | 542 | 689 | 606 | 549 | 559 | 285 | 95 | 130 | 220 | 340 |

Таким чином, новий флокулянт НА-L88 можна використовувати для виділення червоного шламу з вареної розведеної пульпи під час згущення. Однак для приготування та дозування розчину цього флокулянта потрібно замінити існуючу установку на нову і внести зміни в конструкцію окремих вузлів установки та розташування баків.

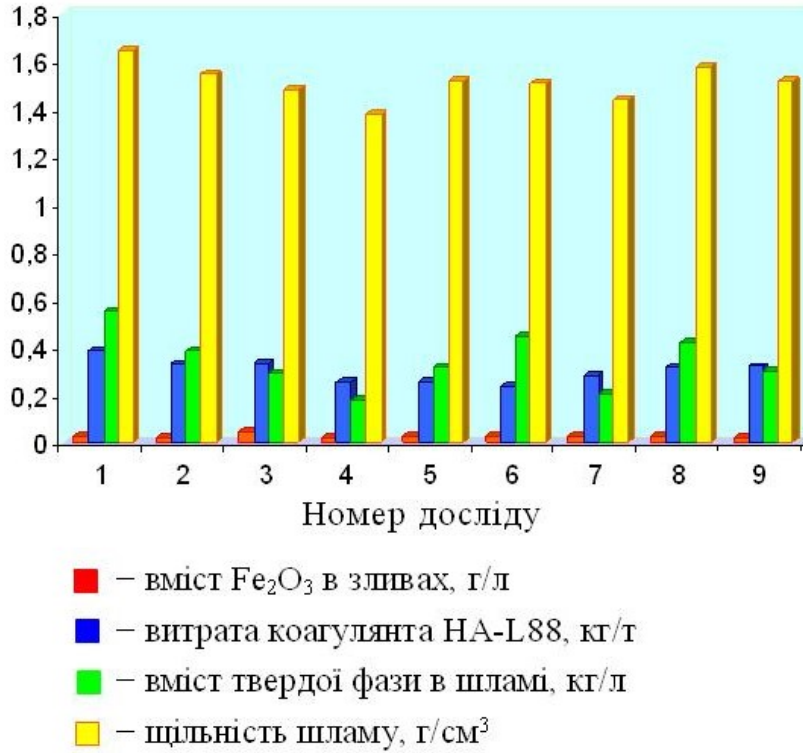


Рисунок 3.3 – Вплив витрати коагулянта НА-L88 на вміст Fe_2O_3 в зливах, вміст твердої фази в шламi, щільність шламу в згущувачі №3

Витрату флокулянта контролювали за допомогою щільноміра (рис.3.4)



Рисунок 3.4 – Реєстрація витрати флокулянта НА-L88 (1) та розбавленої пульпи (2) на згущувач

Таблиця 3.4 – Витрата флокулянта НА-L88 та бокситів різних марок на згущення шламу

| Но- мер дос- лід у | Питома витрата флоку- лянта, кг/т | Витрата бокситів різних марок, т | | | | | | сумарна |
|--------------------------------|---|----------------------------------|---------------|---------------|------------------|------|------|---------|
| | | Кіндіа | Діан- Діан | Гайяна | | | | |
| | | | | авто- клав | підсла- щення | АГВ | | |
| 1 | 0,385 | 6174 | 1646 | - | 2793 | 1176 | 3969 | 11960 |
| 2 | 0,329 | 5964 | 2149 | - | 2477 | 1302 | 3779 | 11495 |
| 3 | 0,33 | 5859 | 1287 | - | 2414 | 1285 | 3698 | 11359 |
| 4 | 0,258 | 6137 | 1747 | - | 2672 | 1243 | 3915 | 11869 |
| 5 | 0,231 | 7804 | - | - | 2372 | 1257 | 3629 | 11433 |
| 6 | 0,257 | 7856 | - | - | 2277 | 1240 | 3518 | 11374 |
| 7 | 0,24 | 7903 | - | - | 2283 | 1226 | 3509 | 11412 |
| 8 | 0,246 | 8940 | | - | 2214 | 1381 | 3595 | 12534 |
| 9 | 0,264 | 8922 | 1646 | - | 2666 | 1213 | 3880 | 14448 |
| 10 | 0,278 | 8067 | 2149 | - | 2494 | 1121 | 3615 | 13831 |
| 11 | 0,258 | 7102 | 1287 | - | 2420 | 1112 | 3531 | 11920 |
| 12 | 0,314 | 6070 | 1747 | 874 | 2634 | 894 | 4402 | 12219 |
| 13 | 0,277 | 4691 | 1592 | 1514 | 2506 | 1207 | 5227 | 11510 |
| 14 | 0,32 | 5151 | 1697 | 1615 | 2582 | 1169 | 5367 | 12215 |
| Сере- дне | 0,285 | 6903 | 1731 | 1334 | 2486 | 1202 | 3974 | 12113 |

3.4 Порівняння впливу флокулянтів НХ-3000 і НА-L88 на поділ пульпи червоного шламу

Порівняння впливу флокулянтів НХ-3000 і НА-L88 на поділ пульпи червоного шламу проводилося протягом однакової тривалості дослідів.

Однак оскільки в'язкість, плинність та деякі інші фізичні властивості синтетичного флокулянта НА-L88 істотно відрізняються від властивостей флокулянта НХ-3000, існуюча установка приготування та дозування розчину флокулянта не забезпечувала безперервне приготування та дозування розчину

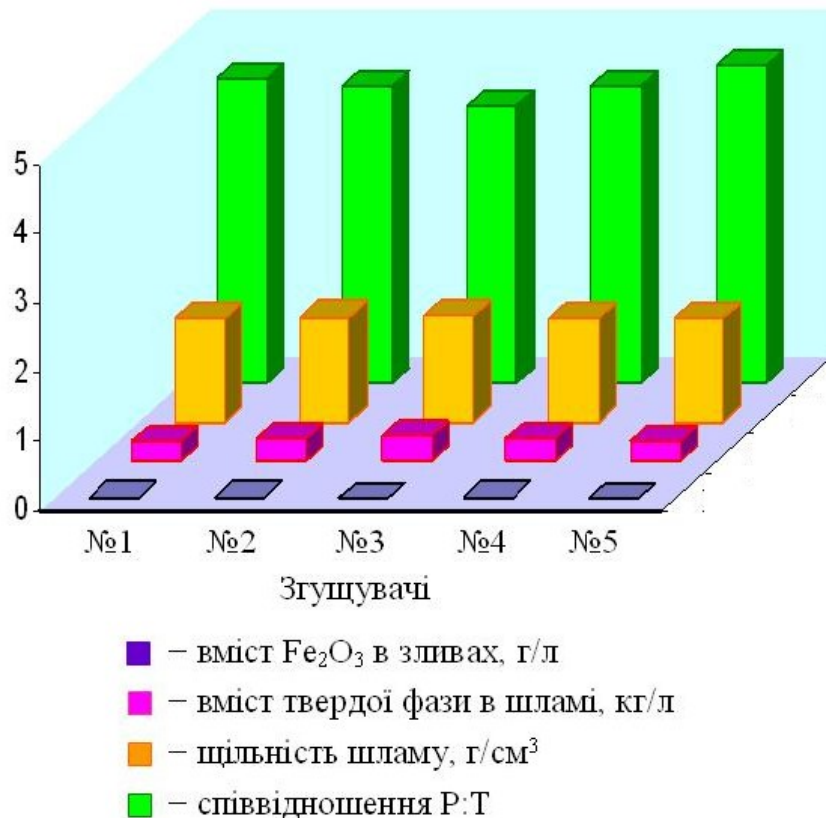


Рисунок 3.5 – Середні величини вмісту Fe₂O₃ в зливах, твердої фази в шламi, щільності шламу і співвідношення Р:Т при витраті коагулянта НА-L88 0,285 кг/т у різних згущувачах

нового флокулянта НА-L88 [19,22,23].

Під час дослідження потік розбавленої пульпи змінювався залежно від кількості працюючих автоклавних батарей. На переробку в автоклавні батареї надходили гвінейські боксити «Кіндія» і «Діан-Діан», гайянський боксит. Кількість червоного шламу, визначена за розрахунком щодо отримання червоного шламу із 1 т сухого бокситу, становить 0,42 т/т для бокситу марки «Кіндія», 0,35 т/т для бокситу марки «Діан-Діан», 0,30 т/т для гайянського бокситу.

Під час випробування контролювали такі параметри технологічного процесу: добова витрата 100 %-го флокулянта, годинна витрата розведеної пульпи, навантаження на привід кожного згущувача, щільність шламу зі

згущувачів, висота підйому граблін. Додатково періодично аналізували зливи зі згущувачів на вміст Fe_2O_3 , шлами зі згущувачів – на вміст твердої фази, співвідношення рідина:тверде.

За результатами відбирання проб шламів встановлено, що під час використання нового флокулянта відбувається значний поділ пульпи між граблінами на розчинну і шламову частини. Ймовірно такий поділ пов'язаний зі зміненням плинності шламу, потребує додаткового вивчення.

При рівних значеннях величини потоків і кількості червоного шламу, що надходить на згущення, витрати флокулянтів НХ-3000 і НА-L88 на 1 т шламу знаходяться практично на одному рівні: 0,300 кг та 0,285 кг відповідно (табл.3.5). Незначні відмінності можуть бути пов'язані зі змінами виду бокситу, що переробляють. Технологічні показники процесу згущення пульпи червоного шламу (щільність шламу, навантаження на привід кожного згущувача, прозорість зливів зі згущувачів) при використанні обох флокулянтів приблизно однакові. Проте новий флокулянт дозволяє більш повно відокремити шламову частину від розчинної із шламової пульпи.

Встановлено, що існуюча установка не забезпечує безперервне приготування та дозування розчину флокулянта НА-L88, оскільки його в'язкість, плинність та деякі інші фізичні властивості істотно відрізняються від властивостей флокулянта НХ-3000.

Таблиця 3.5 – Порівняння впливу флокулянтів НХ-3000 і НА-L88 на вміст Fe_2O_3 в шламi

| Вміст Fe_2O_3 в шламi, г/дм ³ | Марка флокулянта | |
|---|------------------|--------|
| | НХ-3000 | НА-L88 |
| Максимальний | 0,047 | 0,054 |
| Мінімальний | 0,017 | 0,019 |
| Середній | 0,029 | 0,031 |

Висновки. Напівпромисловими дослідженнями встановлено, що при рівних значеннях величини потоків і кількості червоного шламу, що надходить на згущення, витрати флокулянтів НХ-3000 і НА-L88 на 1 т шламу знаходяться практично на одному рівні: 0,300 кг та 0,285 кг відповідно.

Незначні відмінності можуть бути пов'язані зі змінами виду бокситу, що переробляють. Технологічні показники процесу згущення пульпи червоного шламу (щільність шламу, навантаження на привід кожного згущувача, прозорість зливів зі згущувачів) при використанні обох флокулянтів приблизно однакові. Проте новий флокулянт дозволяє більш повно відокремити шламову частину від розчинної із пульпи червоного шламу.

Встановлено, що існуюча установка приготування та дозування розчину флокулянта не забезпечує безперервне приготування та дозування розчину розчину нового флокулянта НА-L88, оскільки його в'язкість, плинність та деякі інші фізичні властивості істотно відрізняються від властивостей флокулянта НХ-3000. Таким чином, новий флокулянт НА-L88 можна використовувати для виділення червоного шламу з вареної розведеної пульпи під час згущення. Однак для приготування та дозування розчину цього флокулянта потрібно замінити існуючу установку на нову і внести зміни в конструкцію окремих вузлів установки та розташування баків.

Комплексний підхід до організації процесу згущення пульпи червоного шламу, заснований на урахуванні технологічних чинників і конструктивних особливостей установок, що використовуються, дозволяє підвищити продуктивність та ефективність процесу згущення, якість вихідної продукції – алюмінатного розчину.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА

4.1 Аналіз потенційно небезпечних та шкідливих чинників, що впливають на дослідника в металургійній лабораторії

Під час роботи в приміщенні металургійної лабораторії на людину можуть негативно впливати такі небезпечні та шкідливі виробничі чинники за ГОСТ 12.0.003-74 [26]: а) небезпека ураження електричним струмом; б) підвищена або знижена температура повітря; в) надмірна запиленість і загазованість повітря; г) підвищена або знижена вологість повітря; д) підвищений рівень тепловиділення; е) небезпека отруєння парами хімічних речовин; є) недостатня освітленість робочого місця.

При роботі в металургійній лабораторії [27-30] слід важати, що всі хімічні речовини в тому чи іншому ступеню є отруйними. За ступенем впливу на організм шкідливі речовини поділяють на чотири класи безпеки. При роботі з хімічними речовинами слід запобігти можливості їх проникнення в організм людини через легені, шкіру та рот.

Робота з скляним посудом є також небезпечним чинником. Нещасні випадків при роботі зі склом, а саме порізи рук, призводять до мікротравм (після яких можна продовжувати роботу) і легких травм (втрата працездатності на один або кілька днів), а також опіки рук при перенесенні скляного посуду з киплячою рідиною.

Основними шкідливими чинниками в приміщенні металургійній лабораторії [28] є отруєння хімічними речовинами та їх сполуками в разі аварії та небезпека ураження електричним струмом.

Металургійна лабораторія є приміщенням легкої категорії (виконуються легкі фізичні роботи), тому повинні дотримуватися такі вимоги:

- оптимальна температура повітря – 22 °С (допустима – 20–24 °С);
- оптимальна відносна вологість повітря – 40–60 % (допустима – не більше 75 %);

– швидкість руху повітря не більше 0,1 м/с.

Аналіз шкідливих і небезпечних виробничих факторів та карта умов праці для робочого місця дослідника щодо згущення червоного шламу надано в табл. 4.1 [24-29].

Таблиця 4.1 – Оцінка чинників виробничого та трудового процесу

| № | Чинники виробничого середовища і процесу праці | Нормативне значення | Фактичне значення | III клас: шкідливі і небезпечні умови | | | Тривалість дії чинників за зміну, % |
|---|---|---|-------------------|---------------------------------------|------------|-------------|-------------------------------------|
| | | | | I ступінь | II ступінь | III ступінь | |
| 1 | Шкідливі хімічні речовини, мг/м ³ | | | | | | |
| | 2 клас безпеки: | | | | | | |
| | їдкий натр | 0,5 | 0,1 | – | – | – | 30 |
| | червоний шлам | 0,5 | 0,2 | – | – | – | 60 |
| | 3-4 клас безпеки: | | | | | | |
| | технічна сода | 2,0 | 4,0 | 2р. | – | – | 30 |
| 2 | Неіонізуючі випромінювання: - діапазон промислової частоти, кВ/м | 20 | 10 | – | – | – | 30 |
| 3 | Мікроклімат в приміщенні: | | | | | | |
| | - температура повітря, °С | 21-25 | 22 | – | 6 | – | 100 |
| | - швидкість руху повітря, м/с | до 0,2 | 0,1 | – | – | – | 90 |
| | - відносна вологість повітря, % | до 75 | 60 | – | – | – | 100 |
| | - інфрачервоне випромінювання, Вт/м ² | 140 | 70 | – | – | – | 10 |
| 4 | Категорія важкості і напруженість праці | Категорія праці – легка, категорія напруженості праці – помірно напружена | | | | | |

Таким чином, проведений аналіз шкідливих і небезпечних факторів дозволяє зробити висновок, що умови праці в металургійній лабораторії під час

дослідження згущення червоного шламу характеризуються наявністю нешкідливих виробничих чинників, які не призводять до зростання захворюваності з втратою працездатності та проявом початкових ознак професійної патології.

4.2 Заходи з поліпшення умов праці

Для поліпшення умов праці та очищення повітря металургійну лабораторію потрібно обладнати загальнообмінною примусовою вентиляцією, а місця можливого накопичення шкідливих хімічних речовин – витяжними шафами.

Всі роботи з хімічними газоподібними речовинами, а також леткими рідинами або тими, які димлять слід проводити тільки у витяжних шафах. Під тягою слід розмістити також сушильні шафи, в яких проводять сушіння речовин від органічних розчинників. Для створення достатнього освітлення витяжні шафи повинні бути обладнані світильниками у вибухобезпечному виконанні. Штепсельні розетки і вимикачі повинні бути розташовані поза витяжною шафою. Постійно діюча вентиляція повинна забезпечувати п'ятиразовий повітрообмін.

Для створення безпечної роботи зі скляним посудом і приладами слід переконатися у цілісності посуду (повинно бути без тріщин і інших ушкоджень), не класти на край столу, краї стола забезпечити захисною смугою, щоб зачіпливий ліктями чи рукавами халату скляний посуд не перекинувся. При складанні приладів не слід застосовувати великих зусиль. Нагрівати на електроплитці потрібно тільки термостійкі склянки і колби, простеживши попередньо, щоб зовнішня поверхня судини була сухою.

Для створення і автоматичної підтримки оптимальних значень температури, вологості і швидкості руху повітря в холодну пору року в лабораторії потрібно використовувати водяне опалення, в теплу пору року

застосовувати для охолодження повітря кондиціонери, які за допомогою приладів автоматичного регулювання підтримують в приміщенні задані параметри повітряного середовища.

Для того щоб поліпшити природне освітлення лабораторії, що здійснюється через віконні отвори і є дуже слабким, на робочому місці слід застосовувати також й штучне освітлення. Штучне освітлення створюють електричним джерелом світла, яке включають за потреби, регулюють інтенсивність світлового потоку і його спрямованість.

Перелік небезпечних і шкідливих виробничих факторів, які трапляються при проведенні дослідження особливостей згущення червоного шламу, надано в табл. 4.2.

Таблиця 4.2 – Перелік небезпечних і шкідливих виробничих факторів

| Найменування шкідливого виробничого фактору | Параметр (норма) | Значення параметра на робочому місці | Характер дії на організм людини | Засоби захисту |
|--|------------------|---|---|-----------------------|
| Електричний струм | 0,01А | Опір заземлення має бути не більше 10 Ом, опір ізоляції по паспорту на устаткування | Електрошок, електротравма, електроудар, термічні опіки тіла, зупинка роботи серця і дихання | Діелектричні рукавиці |
| <p>Джерело: Електрична піч опору, муфільна електропіч. Заходи запобігання: Корпуси печей мають бути надійно заземленими. Строго стежити за станом електроізоляції і заземлення устаткування. Всі поверхні устаткування мають бути чистими і сухими.</p> | | | | |

Для захисту і попередження шкідливої дії хімічних речовин слід застосовувати засоби індивідуального захисту (халат, нарукавники, рукавиці гумові, рукавиці бавовняні, захисні окуляри), виконувати правила гігієни і працювати під витяжною шафою.

4.3 Виробнича санітарія

Мікроклімат визначається сукупністю фізичних параметрів повітряного середовища, таких як температура, швидкість руху, вологість і барометричний тиск повітря, температура поверхонь, що оточують людину, та інтенсивність інфрачервоного випромінювання. Кількість тепла, що утворюється в організмі людини, залежить від фізичних навантажень, а рівень тепловіддачі – від мікрокліматичних умов, переважно температури повітря.

Згідно з категорії виконуваних робіт, важкості та характеристикою приміщення стосовно надлишку тепловипромінювання, з урахуванням періоду року встановлюють значення показників мікроклімату, базуючись на вимогах санітарних норм зведених в табл. 4.3.

Таблиця 4.3 – Нормовані величини температури, відносної вологості і швидкості руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень

| Пе-ріод року | Ка-те-горія ро-біт | Температура, °С | | | | | Відносна вологість, % | | Швидкість руху, м/с | |
|--------------|--------------------|-----------------|-------------------|----|------------|----|-----------------------|--|---------------------|---|
| | | Опти-маль-на | Допустима | | | | Опти-маль-на | Допус-тима на робочих місцях постій-них і непостій-них, не більш | Опти-маль-на | Допустима на робо-чих місцях постійних і непостій-них |
| | | | верхня межа | | нижня межа | | | | | |
| | | | на робочих місцях | | | | | | | |
| по-стій-них | не-по-стій-них | по-стій-них | не-по-стій-них | | | | | | | |
| Хо-лод-ний | Лег-ка | 21-23 | 24 | 25 | 20 | 17 | 40-60 | 75 | 0,1 | не більше 0 |
| Теп-лий | Лег-ка | 22-24 | 28 | 30 | 21 | 19 | 40-60 | 60 (при 27 °С) | 0,2 | 0,1-0,3 |

Освітлення виробничих приміщень. Вплив світла спостерігається на функцію зору та на діяльність організму в цілому (посилюється обмін речовин, збільшується поглинання кисню і виділення вуглекислого газу). Недостатня або

надмірна освітленість, нерівномірність освітлення в полі зору втомлює очі, призводить до зниження продуктивності праці; при цьому зростає потенційна небезпека помилкових дій і нещасних випадків. Надмірна яскравість джерел світла може спричинити головний біль, різь в очах, розлад гостроти зору; світлові відблиски – тимчасове засліплення.

Залежно від джерела світла виробниче освітлення може бути природним, штучним і суміщеним, при якому недостатнє за нормами природне освітлення доповнюється штучним [32]. Для створення сприятливих умов зорової роботи для виконання роботи середньої точності використовуємо такі норми освітлення, які зазначені в табл. 4.4 і табл. 4.5.

Таблиця 4.4 – Нормовані значення природного освітлення для виробничих процесів за СНіП І-4-79

| Характеристика зорової роботи | Найменший розмір об'єкту для розрізнення, мм | Розряд зорової роботи | Коефіцієнт природного освітлення e_n , % | |
|-------------------------------|--|-----------------------|--|---------------------------|
| | | | При верхньому і комбінованому освітленні | При звичайному освітленні |
| Середньої точності | 0,5-0,1 | IV | 3,6 | 1,4 |

Таблиця 4.5 – Норми освітлення штучним світлом за СНіП ІІ-4-79

| Характеристика роботи | Розмір об'єкта розрізнення, мм | Розряд роботи | Підрозряд роботи | Контраст об'єкта з фоном | Фон | Найменше освітлення, Лк | | | |
|-----------------------|--------------------------------|---------------|------------------|--------------------------|---------|-------------------------|----------|-------------------------|----------|
| | | | | | | При газорозрядних | | При лампах розжарювання | |
| | | | | | | Комбіноване | Загальне | Комбіноване | Загальне |
| Середньої точності | 0,5-1 | IV | Г | Великий | Світлий | 300 | 150 | 300 | 100 |

Вентиляція є сукупністю заходів і пристроїв, необхідних для забезпечення заданої якості повітряного середовища в робочих приміщеннях. В умовах виробництва вентиляція може бути: природна та механічна (за способом переміщення повітря), місцева та загальна (за формою організації

повітрообміну). Вентиляційні установки можуть бути витяжними, що призначені для видалення повітря, та припливними, які здійснюють подачу повітря [32].

Повітрообмін при природній вентиляції відбувається за рахунок різниці температур, а отже, і питомої маси повітря всередині виробничого приміщення і поза ним. Природна вентиляція виробничих приміщень може бути неорганізованою (провітрювання) і організованою (аерація). На відміну від природної механічна дозволяє виробляти попередню обробку припливного повітря (зволоження, нагрів або охолодження і очищення). Загальна вентиляція застосовується коли шкідливі речовини, надлишкове тепло і волога виділяються розосереджено по всьому робочому приміщенню і видалити їх за допомогою місцевих відсмоктувань технічно не можливо, а також в тих випадках, коли необхідно розбавити до ГДК залишки повітря, що не видаляється місцевими відсмоктуваннями. Рециркуляція повітря в системах припливно-витяжної вентиляції застосовується в холодну і перехідну пору року. При рециркуляції частина повітря, що видаляється з приміщення після відповідного очищення від шкідливих речовин, знову прямує в приміщення.

Висновки. Проведений аналіз шкідливих і небезпечних факторів в металургійній лабораторії дозволяє зробити висновок, що умови праці під час дослідження згущення червоного шламу характеризуються наявністю нешкідливих виробничих чинників, які не призводять до зростання захворюваності з втратою працездатності та проявом початкових ознак професійної патології.

5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Організація виконання науково-дослідницької роботи

5.1.1 Планування етапів науково-дослідницької роботи

Планування науково-дослідницької роботи (НДР) включає визначення складу та послідовності виконання етапів і робіт по них, їх трудомісткості, тривалості і календарних строків виконання [33,34].

У проведенні дослідження щодо згущення червоного шламу можна виділити наступні етапи, наведені в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Етапи НДР з дослідження щодо згущення червоного шламу

| Номер етапу | Етап НДР | Зміст етапу |
|-------------|---|--|
| 1 | Літературний огляд і постановка задачі | 1.1 Видача завдання. 1.2 Збір, вивчення, аналіз інформації по вітчизняним й закордонним джерелам. 1.3 Узгодження й твердження мети й завдання дослідження. 1.4 Виявлення можливих напрямків дослідження. 1.5 Затвердження програми дослідження. 1.6 Вибір состава виконавців. |
| 2 | Теоретичні дослідження | Розробка методики дослідження |
| 3 | Експериментальні дослідження | Проведення досліджень щодо згущення червоного шламу |
| 4 | Узагальнення й оцінка результатів дослідження | 4.1 Аналіз й обробка експериментальних даних 4.2 Виконання графічної частини |
| 5 | Завершальний | 5.1 Приймання дослідницької роботи 5.2 Захист дослідницької роботи |

5.1.2 Визначення трудомісткості виконання НДР

Для визначення трудомісткості запланованих робіт найбільш часто застосовується метод імовірних оцінок. Його суть полягає в тому, що безпосередній виконавець робіт оцінює максимальну $T_{\max i}$ і мінімальну $T_{\min i}$ трудомісткість роботи. На основі цих оцінок визначається очікувана трудомісткість $T_{\text{оч}i}$ (чол·днів) робіт за формулою [33]:

$$T_{\text{оч}i} = \frac{3T_{\min i} + 2T_{\max i}}{5}, \quad (5.1)$$

де $T_{\max i}$ – максимальна трудомісткість роботи;

$T_{\min i}$ – мінімальна трудомісткість роботи;

$T_{\text{оч}i}$ – очікувана трудомісткість.

Визначаємо трудомісткість першого етапу:

$$T_{\text{оч}1} = \frac{3 \cdot 7 + 2 \cdot 10}{5} = 8 \text{ чол.·днів.}$$

Визначаємо трудомісткість другого етапу:

$$T_{\text{оч}2} = \frac{3 \cdot 6 + 2 \cdot 8}{5} = 7 \text{ чол.·днів.}$$

Визначаємо трудомісткість третього етапу:

$$T_{\text{оч}3} = \frac{3 \cdot 22 + 2 \cdot 26}{5} = 24 \text{ чол.·днів.}$$

Визначаємо трудомісткість четвертого етапу:

$$T_{\text{оч}4} = \frac{3 \cdot 8 + 2 \cdot 10}{5} = 9 \text{ чол.·днів.}$$

Визначаємо трудомісткість п'ятого етапу:

$$T_{\text{оч}5} = \frac{3 \cdot 4 + 2 \cdot 7}{5} = 5 \text{ чол.} \cdot \text{днів.}$$

5.1.3 Визначення числа виконавців НДР

У таблиці 5.2 наведена кількість виконавців необхідних для виконання НДР.

Таблиця 5.2 – Кількість виконавців НДР

| Номер етапу | Виконавець НДР | Кількість виконавців |
|-------------|--|----------------------|
| 1 | Дослідник | 1 |
| 2 | Дослідник, провідний інженер | 2 |
| 3 | Дослідник, провідний інженер, старший науковий співробітник, лаборант-вимірник | 4 |
| 4 | Дослідник, провідний інженер | 2 |
| 5 | Дослідник | 1 |

5.1.4 Розрахунок тривалості етапів НДР

Тривалість етапів дослідження $t_{\text{оч}i}$ розраховується за формулою:

$$t_{\text{оч}i} = \frac{T_{\text{оч}i}}{P_i \cdot K_{\text{вн}}}, \quad (5.2)$$

де $T_{\text{оч}i}$ – очікувана трудомісткість виконання даної роботи, чол.-днів;

P_i – кількість виконавців, чол.;

$K_{\text{вн}}$ – коефіцієнт виконання норми, $K_{\text{вн}}=0,95$.

Тривалість 1 етапу:

$$t_{\text{оч1}} = \frac{8}{1 \cdot 0,95} = 8,42 \approx 8 \text{ дн.}$$

Тривалість 2 етапу:

$$t_{\text{оч2}} = \frac{7}{2 \cdot 0,95} = 3,68 \approx 4 \text{ дн.}$$

Тривалість 3 етапу:

$$t_{\text{оч3}} = \frac{24}{4 \cdot 0,95} = 6,32 \approx 6 \text{ дн.}$$

Тривалість 4 етапу:

$$t_{\text{оч4}} = \frac{9}{2 \cdot 0,95} = 4,74 \approx 5 \text{ дн.}$$

Тривалість 5 етапу:

$$t_{\text{оч5}} = \frac{5}{1 \cdot 0,95} = 5,26 \approx 5 \text{ дн.}$$

5.1.5 Побудова стрічкового графіка проведення науково-дослідної роботи

При невеликій кількості робіт з етапів і виконавців, основним документом планування виконання НДР є стрічковий графік.

Відрізком горизонтальної прямої показується тривалість етапу роботи від першого до останнього дня роботи. За розрахованими даними будемо стрічковий графік, що наведений у табл. 5.3.

Таблиця 5.3 – Стрічковий графік проведення науково-дослідної роботи

| Етапи | Трудомісткість, чол. днів | Кількість виконавців, чол. | Тривалість етапів, днів |
|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|----------------------------|
| 1 | 8 | 1 | 8 |
| 2 | 7 | 2 | 4 |
| 3 | 24 | 4 | 6 |
| 4 | 9 | 2 | 5 |
| 5 | 3 | 1 | 3 |
| Виконання робіт у робочі дні | | | |
| | | | 1 |
| | | | 2 |
| | | | 3 |
| | | | 4 |
| | | | 5 |
| | | | 6 |
| | | | 7 |
| | | | 8 |
| | | | 9 |
| | | | 10 |
| | | | 11 |
| | | | 12 |
| | | | 13 |
| | | | 14 |
| | | | 15 |
| | | | 16 |
| | | | 17 |
| | | | 18 |
| | | | 19 |
| | | | 20 |
| | | | 21 |
| | | | 22 |
| | | | 23 |
| | | | 24 |
| | | | 25 |
| | | | 26 |
| | | | 27 |
| | | | 28 |

Загальна тривалість робіт склала 28 днів.

5.2 Розрахунок кошторису витрат на проведення дослідження

Кошторисну калькуляцію складають на весь обсяг робіт по темі. Для визначення витрат для проведення дослідження необхідно розрахувати:

- витрати на основні матеріали;
- витрати на заробітну плату;
- витрати на амортизацію використаного обладнання;
- витрати на електроенергію;
- накладні витрати.

5.2.1 Розрахунок витрат на основні матеріали

У дану статтю включаються всі витрати на придбання матеріалів, покупних виробів і напівфабрикатів, необхідних для безпосереднього виконання роботи з теми з урахуванням транспортно-заготівельних витрат.

Транспортно-заготівельні витрати $S_{ТЗ}$ становлять 2 % від суми основних матеріалів і розраховуються по формулі:

$$S_{ТЗ} = \frac{\sum S_M \cdot 2}{100}, \quad (5.3)$$

де S_M – витрати на основні матеріали, грн.

$$S_{ТЗ} = \frac{951,00 \cdot 2}{100} = 19,02 \text{ грн.},$$

де 113,50 – сума витрат на основні матеріали, грн. Витрати на основні матеріали при виконанні НДР показано в таблиці 5.4.

Таблиця 5.4 – Розрахунок вартості матеріалів по НДР

| Найменування матеріалів | Одиниця виміру | Кількість | Ціна за одиницю, грн | Усього витрат, грн |
|----------------------------------|----------------|-----------|----------------------|--------------------|
| Флокулянт | кг | 1,00 | 800,00 | 800,00 |
| Червоний шлам | кг | 5,00 | 21,20 | 106,00 |
| Технічна вода | м ³ | 0,10 | 450,00 | 45,00 |
| Транспортно-заготівельні витрати | | | | 19,02 |
| Разом | | | | 970,02 |

5.2.2 Розрахунок витрат на амортизацію обладнання

Витрати на амортизацію $S_{ам}$ використаного при дослідженнях обладнання визначаються за формулою:

$$S_{ам} = \sum_{i=1}^N \frac{\alpha_{ам i}}{100} \cdot K_i \cdot \frac{T_{др}}{T_p}, \quad (5.4)$$

де $\alpha_{ам i}$ – норма амортизаційних відрахувань для даного виду обладнання або приладу приймаємо 15 %;

K_i – вартість обладнання або приладу i -го виду, грн;

$T_{др}$ – тривалість використання даного i -го виду обладнання або приладу в дослідницькій роботі, години;

T_p – можливе число годин використання обладнання або приладів на протязі року.

При однозмінній роботі T_p приймається 2000 годин.

Розрахунок витрат на амортизацію обладнання й приладів наведений в таблиці 5.5.

Таблиця 5.5 – Витрати на амортизацію обладнання

| Найменування обладнання | Кількість одиниць | Ціна за одиницю, грн. | Норма амортизації, % | Тривалість використання, год. | Усього, грн. |
|-------------------------|-------------------|-----------------------|----------------------|-------------------------------|--------------|
| Лабораторний згущувач | 1 | 52000 | 15 | 20 | 78,00 |
| Персональний комп'ютер | 1 | 25000 | 15 | 144 | 270,00 |
| Хімічний посуд | | 1200 | 30 | 20 | 3,60 |
| Разом | | | | | 351,60 |

5.2.3 Розрахунок витрат на електроенергію

Вартість електроенергії S_e витраченої на проведення дослідження визначають за формулою:

$$S_e = \sum_{i=1}^N T_e \cdot N_{ci} \cdot T_{vi} \cdot m_i, \quad (5.5)$$

де T_e – тариф за кожен споживаний кВт/годину, грн;

N_{ci} – середня споживана потужність i -го виду обладнання, кВт;

T_{vi} – час використання i -го виду обладнання або приладу, година/цикл;

m_i – кількість обладнання i -го виду, примірників.

Тариф за 1 кВт електроенергії з урахуванням ПДВ становить 2,40 грн.

Розрахунок витрат на електроенергію наведений у таблиці 5.6.

Таблиця 5.6 – Витрати на електроенергію

| Найменування обладнання | Кількість одиниць | Потужність, кВт | Число годин використання, година | Тариф за 1кВт-год, грн. | Усього витрат, грн. |
|-------------------------|-------------------|-----------------|----------------------------------|-------------------------|---------------------|
| Лабораторний згущувач | 1 | 1,5 | 20 | 2,40 | 72,00 |
| Персональний комп'ютер | 1 | 0,5 | 144 | 2,40 | 172,80 |
| Разом | | | | | 244,80 |

5.2.4 Розрахунок заробітної плати й відрахувань

У розрахунок заробітної плати входять наступні статті: основна заробітна плата наукових, інженерно-технічних і допоміжних працівників, зайнятих виконанням робіт з теми; додаткова заробітна плата, що включає виплати по оплаті чергових і додаткових відпусток, на виконання державних і суспільних доручень, винагороди.

Величина заробітної плати по темі може бути розрахована за формою представленої в таблиці 5.7.

Таблиця 5.7 – Величина заробітної плати

| Виконавець | Кількість, чол. | Оклад, грн. | Тривалість, дні | Оплата праці, грн. |
|-------------------------------|-----------------|-------------|-----------------|--------------------|
| Провідний інженер | 1 | 11000 | 15 | 7857,14 |
| Лаборант | 1 | 8200 | 6 | 2342,86 |
| Старший науковий співробітник | 1 | 16700 | 6 | 4771,43 |
| Разом | | | | 14971,29 |

Заробітна плата виконавців НДР $Z_{\text{осн}}$ розраховується за формулою:

$$Z_{\text{осн}} = \frac{Z_{\text{окл}}}{T_{\text{міс}}} \cdot T_{\text{ет}}, \quad (5.6)$$

де $Z_{\text{окл}}$ – посадовий оклад, грн;

$T_{\text{міс}}$ – кількість робочих днів у місяці, днів;

$T_{\text{ет}}$ – тривалість певного етапу, днів.

Заробітна плата провідного інженера $Z_{\text{осн}}^{\text{i-к}}$:

$$Z_{\text{осн}}^{\text{i-к}} = \frac{11000}{21} \cdot 15 = 7857,14 \text{ грн.}$$

Заробітна плата лаборанта-технолога $Z_{\text{осн}}^{\text{Л-В}}$:

$$Z_{\text{осн}}^{\text{Л-Т}} = \frac{8200}{21} \cdot 6 = 2342,86 \text{ грн.}$$

Заробітна плата старшого наукового співробітника $Z_{\text{осн}}^{\text{ПЛ}}$:

$$Z_{\text{осн}}^{\text{с.н.с.}} = \frac{16700}{21} \cdot 6 = 4771,43 \text{ грн.}$$

Премія $Z_{\text{пр}}$ становить 20 % від основної заробітної плати і розраховується за формулою:

$$Z_{\text{пр}} = \frac{Z_{\text{осн}} \cdot 20}{100}. \quad (5.7)$$

Премія виконавців НДР:

$$Z_{\text{пр}}^{\text{і-к}} = \frac{7857,14 \cdot 20}{100} = 1571,43 \text{ грн.};$$

$$Z_{\text{пр}}^{\text{Л-Т}} = \frac{2342,86 \cdot 20}{100} = 468,57 \text{ грн.};$$

$$Z_{\text{пр}}^{\text{с.н.с.}} = \frac{4771,43 \cdot 20}{100} = 954,29 \text{ грн.}$$

Загальна заробітна плата виконавців НДР розраховується по формулі:

$$Z_{\text{заг}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{пр}} + Z_{\text{дод}}, \quad (5.8)$$

де $Z_{\text{дод}}$ – додаткова заробітна плата виконавців (10 % від $(Z_{\text{осн}} + Z_{\text{пр}})$).

$$Z_{\text{заг}} = 14971,43 + 2994,29 = 16768,00 \text{ грн.}$$

Нарахування на фонд оплати праці $Z_{\text{нар}}^{\text{ФОП}}$ становить 37,5 %:

$$Z_{\text{нар}}^{\text{ФОП}} = \frac{Z_{\text{заг}} \cdot 37,5}{100}. \quad (5.9)$$

$$Z_{\text{нар}}^{\text{ФОП}} = \frac{16768,00 \cdot 37,5}{100} = 6288,00 \text{ грн.}$$

З них:

– у фонд державного соціального страхування $Z_{\text{нар}}^{\text{ФДСС}}$ становить 2,5 %:

$$Z_{\text{нар}}^{\text{ФДСС}} = \frac{Z_{\text{заг}} \cdot 2,5}{100}. \quad (5.10)$$

$$Z_{\text{нар}}^{\text{ФДСС}} = \frac{16768,00 \cdot 2,5}{100} = 419,20 \text{ грн.};$$

– у пенсійний фонд $Z_{\text{нар}}^{\text{ПФ}}$ становить 32 %:

$$Z_{\text{нар}}^{\text{ПФ}} = \frac{Z_{\text{заг}} \cdot 32,0}{100}. \quad (5.11)$$

$$Z_{\text{нар}}^{\text{ПФ}} = \frac{16768,00 \cdot 32,0}{100} = 5365,76 \text{ грн.};$$

– у фонд безробіття $Z_{\text{нар}}^{\text{ФБ}}$ становить 1,5 %:

$$Z_{\text{нар}}^{\text{ФБ}} = \frac{Z_{\text{заг}} \cdot 1,5}{100}. \quad (5.12)$$

$$Z_{\text{нар}}^{\text{ФБ}} = \frac{16768,00 \cdot 1,5}{100} = 251,52 \text{ грн.};$$

– у фонд соціального страхування від нещасного випадку $Z_{\text{нар}}^{\text{ФНВ}}$ становить 1,5 %:

$$Z_{\text{нар}}^{\text{ФНВ}} = \frac{Z_{\text{заг}} \cdot 1,5}{100}. \quad (5.13)$$

$$З_{\text{нар}}^{\text{ФНВ}} = \frac{16768,00 \cdot 1,5}{100} = 251,52 \text{ грн.}$$

5.2.5 Накладні витрати

Накладні витрати $H_{\text{в}}$ становлять 40 % від фонду оплати праці:

$$H_{\text{в}} = \frac{З_{\text{заг}} \cdot 40}{100}. \quad (5.14)$$

$$H_{\text{в}} = \frac{16768,00 \cdot 40}{100} = 6707,20 \text{ грн.}$$

5.2.6 Зведений кошторис витрат на проведення науково-дослідної роботи

Кошторис витрат на науково-дослідну роботу визначається на весь обсяг виконаних робіт.

Кошторис витрат наведений у таблиці 5.8.

Таблиця 5.8 – Кошторис витрат на проведення науково-дослідної роботи

| Статті витрат | Усього витрат | |
|---|---------------|--------|
| | грн. | % |
| 1. Витрати на матеріали | 970,02 | 3,10 |
| 2. Основна заробітна плата | 14971,43 | 47,79 |
| 3. Додаткова заробітна плата | 1796,57 | 5,73 |
| 4. Нарахування на фонд оплати праці (37,5 %): | 6288,00 | 20,07 |
| – на держ. соцстрах (2,5 %) | 419,20 | 1,34 |
| – пенсійний фонд (32 %) | 5365,76 | 17,13 |
| – у фонд безробіття (1,5 %) | 251,52 | 0,80 |
| – у фонд соц. страхування від нещасного випадку (1,5 %) | 251,52 | 0,80 |
| 5. Амортизаційні відрахування | 351,60 | 1,12 |
| 6. Витрати на електроенергію | 244,80 | 0,78 |
| 7. Накладні витрати | 6707,20 | 21,41 |
| Разом | 31329,62 | 100,00 |

В результаті проведення науково-дослідної роботи в організаційній частині був побудований стрічковий календарний план. Загальна тривалість виконання науково-дослідної роботи склала 28 днів. В економічній частині розрахований зведений кошторис витрат на проведення науково-дослідницької роботи. Загальні витрати на проведення роботи склали 31329,62 грн.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Проаналізовано сучасний стан утворення червоних шламів, їх склад і властивості.

2. Досліджено чинники, що впливають на згущення пульпи червоного шламу. Для інтенсифікації згущення пульпи червоного шламу рекомендується добавляти рідкий флокулянт в пульпу.

3. Експериментально досліджено процес розділення пульпи червоних шламів, що утворюються в автоклавних батареях під час переробки гвінейських бокситів «Кіндія» і «Діан-Діан», гайянських бокситів при додаванні флокулянта НА-L88. Встановлено оптимальні витрати флокулянтів НХ-3000 і НА-L88 на 1 т шламу знаходяться практично на одному рівні: 0,300 кг та 0,285 кг відповідно.

Незначні відмінності в дозуванні флокулянтів НХ-3000 і НА-L88 пов'язані зі змінами виду бокситу, що переробляють.

4. Технологічні показники процесу згущення пульпи червоного шламу (щільність шламу, навантаження на привід кожного згущувача, прозорість зливів зі згущувачів) при використанні обох флокулянтів приблизно однакові. Проте новий флокулянт дозволяє більш повно відокремити шламову частину від розчинної із пульпи червоного шламу.

5. Новий флокулянт НА-L88 можна використовувати для виділення червоного шламу з вареної розведеної пульпи під час згущення. Виявлені закономірності є основою для вибирання оптимальних технологічних умов згущення червоних шламів.

6. Проведений аналіз шкідливих і небезпечних факторів в металургійній лабораторії дозволяє зробити висновок, що умови праці під час дослідження згущення червоного шламу характеризуються наявністю нешкідливих виробничих чинників, які не призводять до зростання захворюваності з втратою працездатності та проявом початкових ознак професійної патології.

7. В результаті проведення науково-дослідної роботи в організаційній частині побудований стрічковий календарний план. Загальна тривалість виконання науково-дослідної роботи склала 28 днів. В економічній частині розрахований зведений кошторис витрат на проведення науково-дослідницької роботи. Загальні витрати на проведення роботи склали 31329,62 грн.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Насекан Ю. П. Виробництво глинозему : навч. посіб. Запоріжжя : ЗДІА, 2008. 190 с.
2. Иванов А. И., Насекан Ю. П., Иванова Л. П. Технология производства глинозема : монография. Запорожье : ЗГИА, 2005 . 262 с.
3. Нестеренко Т. М., Червоний І. Ф., Грицай В. П. Теоретичні основи гідрометалургійних процесів : підручник. Київ : Вища школа, 2013. 408 с.
4. Москвитин В. И., Николаев И. В., Фомин Б. А. Металлургия легких металлов : учебник. Москва : Интермет Инжиниринг, 2005. 416 с. URL: <http://www.twirpx.com/file/65688/> (дата звернення: 20.09.2020).
5. Металлургия алюминия : учеб. пособие / Ю. В. Борисоглебский и др. Новосибирск : Наука, 1999. 438 с. URL: <http://ebooks.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi12/0009536.djvu> (дата звернення: 20.09.2020).
6. Иванов А. И. Производство глинозема. Николаев : НГЗ, 1998. 140 с.
7. Иванов А. И., Кириченко Р. И., Кожевников Г. Н., Полещук А. А. Бокситы – комплексное сырье. Запорожье : Лана-друк, 2005. 220 с.
8. Абрамов В. Я., Стельмакова Г. Д., Николаев И. В. Физико-химические основы комплексной переработки алюминиевого сырья (щелочные способы). Москва : Металлургия, 1985. 288 с.
9. Шморгуненко Н. С., Корнеев В. И. Комплексная переработка и использование отвалных шламов глиноземного производства. Москва : Металлургия, 1982. 129 с.
10. Хром'як У. В., Борщисин І. Д. Перероблення червоних шламів на Миколаївському глиноземному заводі. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2013. Вип. 23.11. С.165–170.
11. Комов И. Л. Техногенные месторождения минерального сырья. *Наукові праці Донецького національного технічного університету*. Сер.: Гірничо-геологічна. Донецьк : Вид-во ДонНТУ, 2004. 150 с.
12. Барановский И.В., Пантус Н.А. Отработка параметров гранулирования стекольных шихт с использованием в качестве связующего красного шлама. *Вопросы химии и химической технологии*. 2004. № 1. С. 56-58.

13. Корнеев В.И., А.Г. Сусс, Цеховой А.И. Красные шламы: свойства, складирование, Москва : Металлургия, 1991. 144 с.
14. Саламатов В. И., Саламатов О.ИВ., Байдорин Б. А. Влияние полиакриламида на сгущение и промывку красных шламов из низкокремнестых боситов. *Вестник ИрГТУ*. №12 (107). 2015. С. 241-246.
15. ТИ 84:2014. Производство глинозема на Николаевском глиноземном заводе : Технологическая инструкция ООО «Николаевский глиноземный завод» / В. В. Красноярский, В. В. Жмурков. [Чинна від 2014-03-01]. Николаев : ООО «НГЗ», 2014. 43 с.
16. Бенеславский С. И. Минералогия бокситов. Москва : Наука, 1974. 168 с.
17. Олійник. Т. А., Василишина А.В. Вивчення можливості переробки «червоних» шламів на предмет отримання залізоокисних пігментів. *Гірничий вісник*. 2014. Вип. 97. С. 122-134.
18. Зиновеев Д. В., Грудинский П. И., Дюбанов В. Г. Обзор мировой практики переработки красных шламов. Пирометаллургические способы. *Изв. вузов. Черная металлургия*. 2018. Т.61. № 11. С. 843–858.
19. Лотошников О. О., Нестеренко Т. М. Аналіз та вдосконалення технології згущення червоного шламу. *Металургія як основа сучасної промисловості : матеріали XXV наук.-техн. конф. студентів, магістрантів, аспірантів, молодих вчених та викладачів, м.Запоріжжя, 24-27 лист. 2020 р. Запоріжжя : ІННІ ЗНУ, 2020. С. 7.*
20. Абрамов В. Я., Стельмакова Г. Д., Николаев И. В. Физико-химические основы комплексной переработки алюминиевого сырья (щелочные способы). Москва : Металлургия, 1985. 288 с.
21. Нестеренко Т. М. Металургія легких металів : метод. вказівки до лабораторних занять по розділу “Металургія первинних легких металів”. Запоріжжя : ЗДІА, 2006. 60 с.
22. Лотошников О. О., Нестеренко Т.М. Дослідження можливості використання нового флокулянта для згущення червоного шламу. *Металургія як основа сучасної промисловості : матеріали XXIV наук.-техн. конф. студентів, магістрантів, аспірантів, молодих вчених та викладачів, м.Запоріжжя, 26-29 лист. 2019 р. Запоріжжя : ІІ ЗНУ, 2019. С. 27–28.*

23. Лотошников О. О., Нестеренко Т.М. Особливості згущення червоного шламу на ТОВ «Миколаївський глиноземний завод». *Молода наука-2020* : зб. наук. праць студентів, аспірантів і молодих вчених матеріалів XIII університетській наук.-практ. конф., м.Запоріжжя, 13-15 квітня 2020 р. Запоріжжя : ЗНУ, 2020. Т.5. С. 114–115. URL: http://sites.znu.edu.ua/stud-sci-soc/tom_5_rtf_3.pdf.
24. Волков В. С., Пелькис П. С. Справочник физико-химических характеристик различных веществ. Киев : Наукова думка, 1987. С.73–87.
25. Краткий справочник физико-химических величин : справочник / Н. М. Барон и др. ; под ред. А. А. Равделя, А. М. Пономаревой. Ленинград : Химия, 1998. 232 с.
26. ГОСТ 12.0.003-74 (СТ СЭВ 790-77). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация : нормативный документ. [Чинний від 2008-03-15]. Москва : Гос. ком. СССР по стандартам, 1980. 4 с.
27. Охорона праці : навч. посіб. / Я. І. Бедрій та ін. Львів : Афіша , 1997. 258 с.
28. Гандзюк М. П., Желібо Е. П., Халимовський М. О. Основи охорони праці : підручник. Київ : Каравела, 2005. 393 с.
29. Жидецький В. Ц. Основи охорони праці : підручник. Львів : Афіша, 2002. 318 с.
30. Кожемякін Г. Б., Рижков В. Г., Белоконь К. В. Охорона праці та техногенна безпека : метод. вказівки до виконання розділу магістерських робіт. Запоріжжя : ЗДІА, 2012. 48 с.
31. Правила устройства электроустановок. Москва : Энергоиздат, 1982. 89 с.
32. НПАОП 40.1-1.32-01 Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок. Київ : Держгірпромнагляд України, 2001. 17 с.
33. Тюріна Н. М., Ведерніков М. Д., Капінос Г. І. Економіка промислового підприємства : підручник. Львів : Новий Світ-2000, 2008. 311 с.
34. Іващенко О. М. Методичні рекомендації до виконання організаційно-економічної частини дипломного проекту : метод. вказівки. Запоріжжя : ЗДІА, 2004. 31 с.