

ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»
Факультет гірничо-металургійний
Кафедра безпеки праці та охорони довкілля

АВТОРЕФЕРАТ
кваліфікаційної роботи

на здобуття освітнього ступеня магістра

за підсумками виконання
освітньо-професійної програми
«Інноваційні технології та системи
захисту навколишнього середовища»
за спеціальністю 183 Технології захисту навколишнього середовища

**на тему «Використання зворотних вод після флотації в умовах вироб-
ничого процесу гірничозбагачувального комбінату»**

Здобувач

Оксана ХРИСТОФОРОВА

Кам'янське, 2024

Кваліфікаційною магістерською роботою є рукопис.

Робота виконана у Технічному університеті «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА» на кафедрі безпеки праці та охорони довкілля.

Керівник: Максимова Наталія Миколаївна
канд. техн. наук, доцент
доцент кафедри безпеки праці та
охорони довкілля

Захист відбудеться 25 січня 2024 р. о 09:00 год на засіданні екзаменаційної комісії (<http://surl.li/pqczf>).

Електронна версія автореферату розміщена в Інституційному репозитарії ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА» 19 січня 2024 р.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Актуальність теми досліджень. Україна є країною з недостатньою забезпеченістю водними ресурсами як для питного споживання, так і для забезпечення пріоритетних галузей промисловості. Найбільший обсяг води в Україні використовується в умовах виробничого циклу гірничозбагачувальних комбінатів, які через специфіку виробництва також являються і найбільшими забруднювачами водних об'єктів. Використання системи зворотного водопостачання та удосконалення системи очищення промислових стічних вод після збагачення є актуальною задачею в умовах розвитку країни, яка орієнтована на сталий розвиток та розвиток циркулярної економіки.

Мета і завдання дослідження. Метою роботи є аналіз методів та засобів підготовки технічної води після флотації для використання в оборотному водопостачанні. Для досягнення мети були поставлені наступні задачі:

1. Виконати огляд сучасних проблем збереження водних ресурсів, та їх вирішення, зокрема, за рахунок організації оборотного водопостачання на гірничо-збагачувальних комбінатах.

2. Проаналізувати ефективність технологічної схеми магнітно флотаційного доведення концентрату при використанні води.

3. Виявити шляхи підвищення ефективності очищення зворотних вод гірничо-збагачувального комбінату.

4. Виконати ідентифікацію об'єкта підвищеної небезпечності на прикладі оцінки небезпеки реагентів.

5. Розглянути основні нормативні вимоги щодо охорони праці на виробничій дільниці магнітно-флотаційного доведення залізовмісного концентрату.

Об'єкт досліджень – використання води після процесу флотації у виробничому циклі гірничозбагачувального комбінату

Предмет дослідження – система оборотного водопостачання гірничозбагачувального комбінату

Методи дослідження. Для реалізації визначених завдань застосовані

загальнонаукові методи дослідження – методи порівняння, аналізу, розрахунку.

Структура кваліфікаційної роботи. Робота складається зі вступу, 4-х розділів, висновків, списку використаних джерел, одного додатку. Загальний обсяг роботи становить 96 сторінок, робота містить 8 рисунків, 6 таблиць. Список використаних джерел складається з 42 джерел.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтована актуальність теми кваліфікаційної роботи, сформульована мета і задачі, визначені об'єкт і предмет дослідження. Надана інформація щодо публікацій, апробації кваліфікаційної роботи.

У першому розділі «Актуальність оборотного водопостачання» наведені законодавчі аспекти та приклади водокористування в країнах ЄС та в Україні, зокрема приклади дотримання вимог Директиви 2010/75/ЄС про промислове забруднення та Водної Рамкової Директиви 2000/60/ЄС.

Застосування таких важелів рамкової водної Директиви, як "забруднювач сплачує за збиток" і використання "найкращих доступних технологій" зобов'язують до використання сучасних систем оборотного водопостачання та очищення промислових вод на підприємствах країн ЄС протягом останніх 30 років, що значно покращило стан водних ресурсів.

В Україні, на відміну від ЄС, переважна більшість вітчизняних промислових підприємств досі працюють на застарілому обладнанні, без встановлення сучасних систем очищення промислових стоків, так як встановлений мінімальний розмір плати за спеціальне водокористування та скидання забруднених вод не стимулює до впровадження нових екологічно безпечних технологій. Але наведені приклади успішного впровадження систем оборотного промислового водопостачання доводять необхідність змін як на законодавчому рівні, так і в технологічних схемах, які стосуються процесів очищення забруднених промислових вод. Особливо це стосується виробничих про-

цесів збагачення залізорудних концентратів на гірничозбагачувальних комбінатах (ГЗК) Кривбаса, де застосовується магнітно-флотаційна технологія доведення концентрату до потрібної якості за вмістом заліза.

Зворотна катіонна флотація, порівняно з іншими процесами флотації залізних руд, характеризується більш високою селективністю і швидкістю флотації, а також нечутливістю до солей твердості у технічній воді, тобто її перевагою є можливість використання жорсткої технічної води.

У роботі визначено, що дуже велика кількість води витрачається для забезпечення фільтрації та сепарації промислових продуктів концентрату у процесі флотації, для приготування розчинів реагентів та забезпечення виробничого режиму.

Також флотація характеризується використанням реагентів, які поступово можуть накопичуватись у поверхневих та підземних водах, якщо система зворотного водопостачання не досить досконала. Підсумовуючи наведені відомості, у роботі сформовані напрямки необхідних досліджень щодо поліпшення процесу очищення зворотної води після флотації для подальшого її використання.

У другому розділі *«Технологія флотаційного доведення концентрату»* розглянута загальна характеристика виробничої ділянки магнітно-флотаційного збагачення та більш детально описані основні технологічні процеси із наведенням відповідних схем та рисунків.

Технологія флотаційного доведення магнетитових концентратів дозволяє отримувати концентрат із вмістом заліза до 69% і складається з наступних операцій:

- усереднення концентрату в технологічних перемішувачах;
- флотування в машинах флотації;
- згущення та знешламлювання концентрату флотації в дешламаторах;
- згущення зливів дешламаторів в радіальному згущувачі для освітлення оборотної води;

- дешламацію та магнітне збагачення пінного продукта флотації на сепараторах для отримання відвальних хвостів та промпродуктів магнітної сепарації;

- централізовану фільтрацію концентрата.

Характерною особливістю розглянутої технологічної схеми флотації є використання комбінації роботи флотомашин у закритому та відкритому циклі в залежності від вимог ринкових споживачів.

В роботі побудовані схеми ланцюгів апаратів, які задіяні у виробничому процесі флотації, та технологічна схема магнітно-флотаційного доведення концентрату, яка відображає параметричні характеристики та умовний «маршрут» руху промислових продуктів виробничих ділянок. Аналіз технологічної схеми процесів флотації дозволяє отримати дані для визначення загальних витрат технічної води при виробництві залізорудного концентрату.

Також наведені основні екологічні аспекти процесу флотації через використання реагентів – збирачів та флокулянтів. Усереднений хімічний аналіз складу технічної води свідчить про непридатність технічної води до скидання у водні об'єкти, тобто воду після флотації доцільно використовувати у виробничому циклі. Серед перспективних напрямків слід розглядати застосування зворотної води після флотації для забезпечення ефективної роботи обладнання, яке потребує змивання твердих часточок промпродуктів в процесах сепарації. Це дозволить в подальшому використовувати чисту воду тільки для приготування реагентів при відповідних вимогах до якості води.

Враховуючи майбутнє нарощування обсягів виробництва, доцільно розглядати можливість заміни засобів водопідготовки (реагентів). Зокрема, слід проаналізувати та запропонувати аналоги реагентів, які є менш токсичними, більш ефективними за часовими параметрами реактивності та виробляються в Україні, що забезпечить безперебійне постачання та зниження собівартості концентрату.

Також актуальним є питання модернізації обладнання для згущення осадів технічної води після флотації та системи трубопроводів, адже неможливо уникнути корозії та зношення внаслідок присутності твердих домішок пульпи.

У третьому розділі «Засоби удосконалення процесів очищення технічної води» наведені пропозиції щодо модернізації обладнання, що дозволить більш ефективно виконувати освітлення технічної води після процесу флотації для подальшого її використання, зокрема розглянуто необхідність модернізації згущувача, як основного елемента системи зворотного водопостачання у процесі флотації. Для забезпечення гідротранспорту пульпи та підтримання ефективної роботи тих механізмів, де потрібно водою змивати дрібні часточки концентрату для недопущення блокування через «забивку», доцільно використовувати зворотну воду після освітлення в згущувачах, які являються елементами цехів водно-шламового господарства. Їх оновлення або повну заміну можна вважати інноваційною діяльністю екологічного напрямку, адже значно підвищується якість освітлення води і, відповідно, підвищуються можливості її використання в оборотному водопостачанні.

Розглянута ефективна технологія згущення відходів збагачення до пастоподібного стану, що дозволяє більш ефективно відокремлювати освітлену воду та повертати її у виробничий цикл гірничо-збагачувального комбінату.

Аналіз напрямків сучасних технологічних розробок свідчить про актуальність теми згущення відходів гірничодобувних підприємств України. Найбільш універсальними апаратами для згущення пульпи є радіальні згущувачі, які застосовуються на багатьох збагачувальних фабриках. Деякі згущувачі були побудовані вже досить давно, із використанням застарілих технологій, тому зараз проекти по реконструкції елементів згущувачів розглядаються в контексті операційних поліпшень, спрямованих на підвищення екологічності, адже ефективно підібране рішення дозволяє значно знизити використання води та електроенергії. Враховуючи тривалість використання згущувача з моменту запуску виробничої дільниці по магнітно-флотаційному доведенню концентрата та агресивність водного середовища пульпи, скоріше за все, основні робочі ме-

ханізми вже виробили свій запас міцності та потребують модернізації. Пропонується розглянути пропозицію по модернізації конструктивних елементів згущувача для забезпечення поліпшення якості освітлення води в процесі згущення промпродуктів після процесу флотації. Запропоновано розглянути радіальний згущувач, розроблений компанією Esmil Group, яка спеціалізується на розробці обладнання для очищення стічних вод в більш ніж 30 країнах.

Також наведений аналіз наукових досліджень, як вітчизняних та закордонних, щодо можливості поліпшення якості технічної зворотної води шляхом застосування відповідно підібраних реагентів. Наприклад, багато досліджень стосується можливості проведення хімічних реакцій флотації у середовищі розчину електролітів.

Для прийняття ефективних управлінських рішень щодо мінімізації наслідків можливого небезпечного впливу на виробництво, населення і навколишнє середовище, відповідно до вимог законодавства України, виконано ідентифікацію об'єкта підвищеної небезпеки за відповідною методикою. У даному випадку в якості об'єкта підвищеної небезпеки розглядаються склади зберігання реагентів. Визначені класи та категорії небезпеки речовин, їх сумарна маса для порівняння з нормативними пороговими масами. Результатом оцінки є оформлення таблиць з відомостями для повідомлення в ДСНС для подальшого віднесення складів зберігання реагентів до потенційно-небезпечних об'єктів.

У четвертому розділі «Охорона праці» визначений перелік робіт з підвищеною небезпекою, які виконуються на виробничій дільниці магнітно-флотаційного доведення концентрату. Визначено відповідність діючим нормативним вимогам організації робочого простору виробничої дільниці з урахуванням розташування обладнання. Основною вимогою забезпечення особистої безпеки для персоналу, який працює із флотореагентами, визначено обов'язкове застосування засобів індивідуального захисту відповідно до процесу.

У розділі зазначено, що аварійні ситуації, які здатні вплинути на стан довкілля, можуть настати у випадку:

- випадкового протікання та витoku збирачів, поверхнево-активних речовин;

- пожежі під час займання збирачів, розчинника збирачів, флокулянтів, поверхнево-активних речовин (ПАР).

Також наведені заходи щодо запобігання пожеж, вибухів, зберігання та транспортування матеріалів, які використовуються у виробничому процесі.

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі поставлена і вирішена актуальна науково-практична задача, що полягає в аналізі доступних до впровадження методів та засобів підвищення якості технічної води після флотації для використання в оборотному водопостачанні виробничого циклу гірничо-збагачувального комбіната.

Результати аналізу наявних наукових розробок щодо технологій водо-підготовки для забезпечення виробничих процесів флотації свідчать про необхідність застосування відповідних реагентів для коригування хімічного складу води.

На основі результатів проведеної роботи зроблені наступні висновки.

1. На підставі аналізу науково-технічної літератури виявлена стала тенденція збереження водних ресурсів, зокрема за рахунок організації оборотного водопостачання гірничо-збагачувальних комбінатів.

2. Через аналіз технологічної схеми магнітно-флотаційного доведення концентрату встановлена ефективність використання технічної води після освітлення в радіальному згущувачі без транспортування у хвостосховище з подальшим поверненням у виробничий цикл флотації після механічного очищення.

3. Виявлені шляхи підвищення ефективності очищення зворотних вод гірничозбагачувальних комбінатів за рахунок використання сучасних реагентів і модернізації елементів згущувача.

4. За результатами ідентифікації об'єкта підвищеної небезпеки, з урахуванням відомостей щодо небезпеки реагентів за класами та категоріями, визначено 2 клас об'єкту підвищеної небезпеки.

5. Визначені шкідливі та небезпечні фактори виробничого середовища, перелік робіт з підвищеною небезпекою за НПАОП 0.00-4.12-2005, випадки настання аварійних ситуацій, які здатні вплинути на стан довкілля. Дані рекомендації щодо забезпечення відповідних умов праці та запобігання пожеж і вибухів на виробничій ділянці магнітно-флотаційного доведення залізовмісного концентрату.

ПЕРЕЛІК ПУБЛІКАЦІЙ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

1. Христофорова О.О. Використання зворотних вод після флотації в умовах виробничого процесу гірничозбагачувальних комбінатів. MININGMETALTECH 2023 – The mining and metals sector: integration of business, technology and education: International scientific conference. Riga, the Republic of Latvia, 29–30 November 2023. Riga Latvia: “Baltija Publishing”, 2023. Vol.2. 224 – 227 pages. DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-152>

АНОТАЦІЯ

Христофорова О.О. Використання зворотної води після флотації в умовах виробничого процесу гірничозбагачувального комбінату.

Кваліфікаційна робота на здобуття ступеня магістра за спеціальністю 183 Технології захисту навколишнього середовища.

В роботі наведений аналіз нормативних та технічних аспектів запровадження систем зворотного водопостачання з ефективною системою очищення технічної води на гірничозбагачувальних комбінатах. Досліджені особливості технологічного процесу флотації при магнітно-флотаційному доведенні концентрату та запропоновано модернізацію згущувача для поліпшення якості освітлення технічної води.

Виконана оцінка небезпеки реагентів як підґрунтя для подальшої ідентифікації об'єкта підвищеної небезпеки.

Визначені небезпечні фактори настання аварійних ситуацій, які можуть вплинути на стан довкілля при необережному поводженні з реагентами. Надані рекомендації щодо забезпечення безпеки під час потоку шкідливих речовин та перелічені заходи ліквідації пожеж.

Ключові слова: гірничозбагачувальний комбінат, оборотне водопостачання, флотація, згущувач, реагенти, ідентифікація небезпечних об'єктів

ABSTRACT

Khrystoforova O.O. The use of returne water after flotation in the conditions of the production process of mining and concentration plants

Qualification work for a master's degree in specialty 183 Environmental Protection Technology.

The work provides the regulatory and technical aspects of the introduction of recycled water systems with an efficient process water treatment system at mining and processing plants. The peculiarities of the flotation process during the magnetic flotation concentrate refinement are studied and the modernization of the thickener is proposed to improve the quality of clarification of process water.

A hazard assessment of reagents was performed as a basis for further identification of a high-risk object.

The hazardous factors of emergencies that can affect the environment in case of careless handling of reagents were identified. Recommendations are giv-

en to ensure safety during the flow of harmful substances and firefighting measures are listed.

Keywords: mining and processing plant, recycled water supply, flotation, thickener, reagents, identification of hazardous objects.