

Лабораторні установки феритизації:

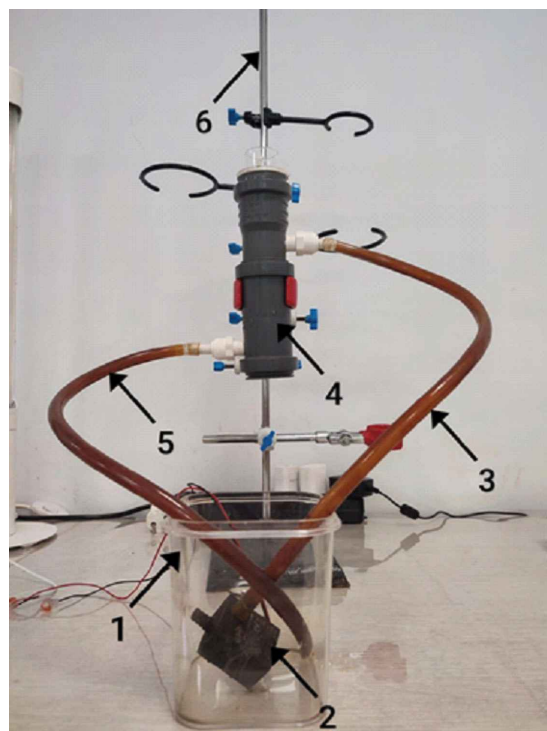
Установка з мікрохвильовим випромінюванням



Лабораторні ваги

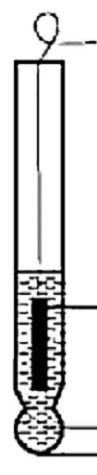


Установка з ультрафіолетовим випромінюванням



- 1 - ємність для розчину;
- 2 - насосний агрегат;
- 3 - всмоктувальний патрубок;
- 4 - уф-реактор;
- 5 - вихідна труба;
- 6 - металевий штатив.

pH-електрод



хлоридсрібний електрод

0,1 М розчин HCl

кулька з електродного скла

pH-метр



Результати експериментальних досліджень

Результати очистки стічних вод від важких металів удосконаленою феритизацією різними методами активації

№	Співвідношення Cu^{2+}/Fe^{2+}	Вихідна концентрація іонів міді, г/л	Ультрафіолетове випромінювання		Мікрохвильове випромінювання	
			Вмість іонів міді після обробки, мг/л	Ступінь очищення розчину, %	Вмість іонів міді після обробки, мг/л	Ступінь очищення розчину, %
1	$\frac{1}{5}$	2	3,3	99,84	17,10	99,15
2	$\frac{1}{4}$	2	2,86	99,86	11,71	99,41
3	$\frac{1}{3,5}$	2	2,70	99,87	8,75	99,56
4	$\frac{1}{2,5}$	2	2,43	99,88	7,52	99,62
5	$\frac{1}{2}$	2	2,03	99,90	6,89	99,66

Результати очистки стічних вод з різною вихідною концентрацією іонів міді методом удосконаленої феритизації з активацією мікрохвильовим випромінюванням

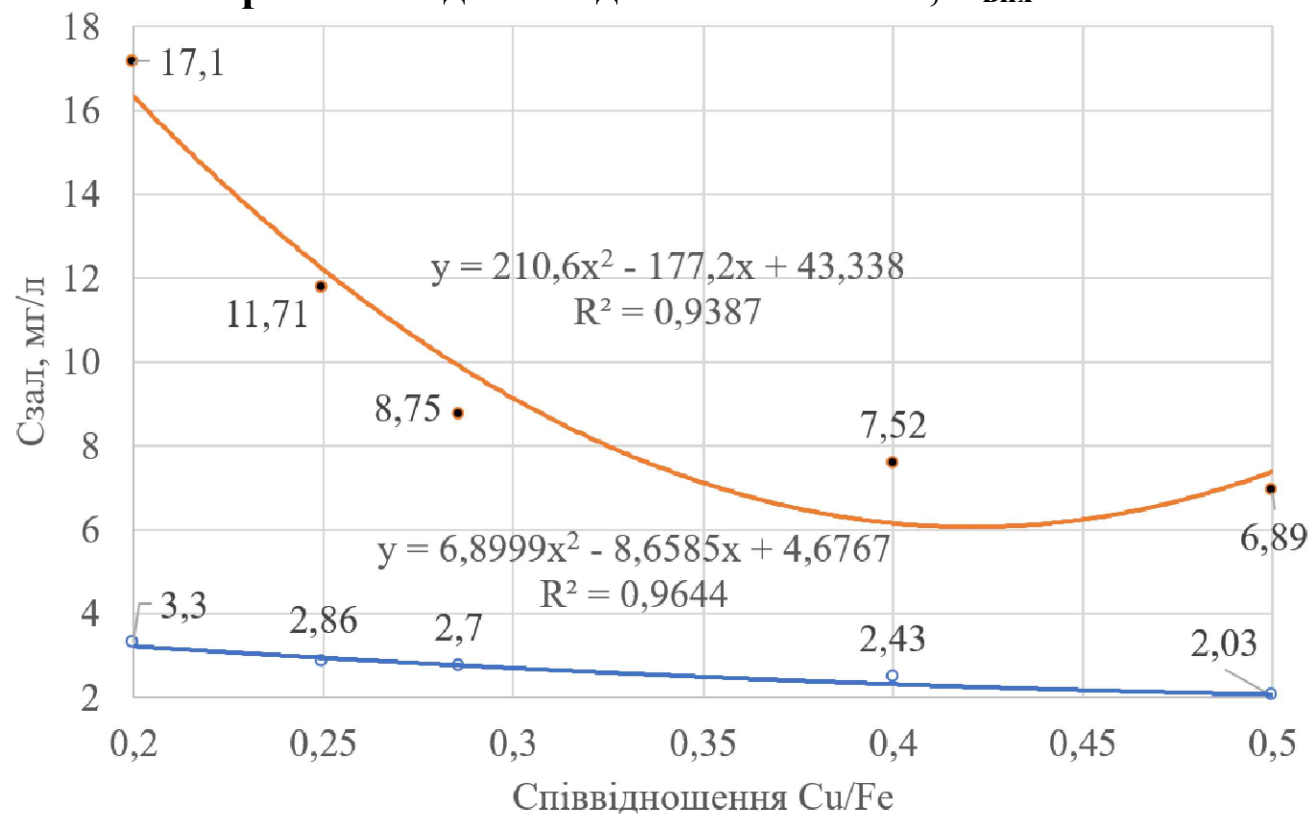
№ дослідження	Співвідношення Cu/Fe	Вихідна концентрація іонів міді, г/л	Вмість іонів міді після обробки, мг/л	Ступінь очищення розчину, %
1	$\frac{1}{2}$	4	2,12	99,95
2	$\frac{1}{2}$	3	3,51	99,88
3	$\frac{1}{2}$	2,5	3,5	99,86
4	$\frac{1}{2}$	2,25	2,77	99,88
5	$\frac{1}{2}$	2	2,03	99,90

Кваліфікаційна робота магістра

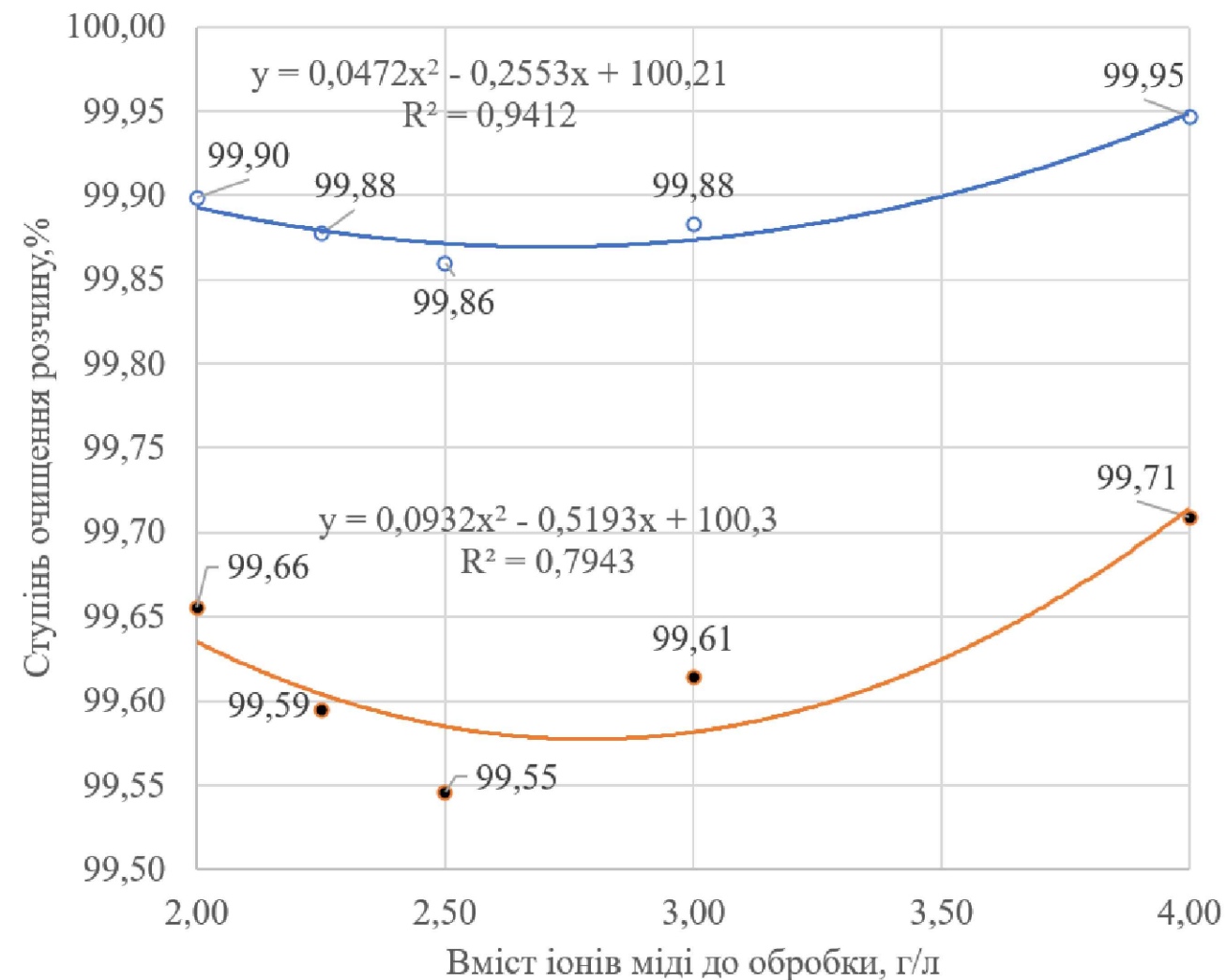
Кафедра водопостачання та водовідведення

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата				
Зав. кафедри			Хоружий В. П.			Переробка відпрацьованих електролітів міднення удосконаленим методом феритизації	Стадія	Аркуш	Аркушів
Розробив			Дзюндзя С. Я.				КРМ	1	6
Перевірив			Кочетов Г. М.						
Лабораторні установки феритизації. Результати експериментальних досліджень							КНУБА, ФІСЕ гр. ВВМН-23, Київ 2025		

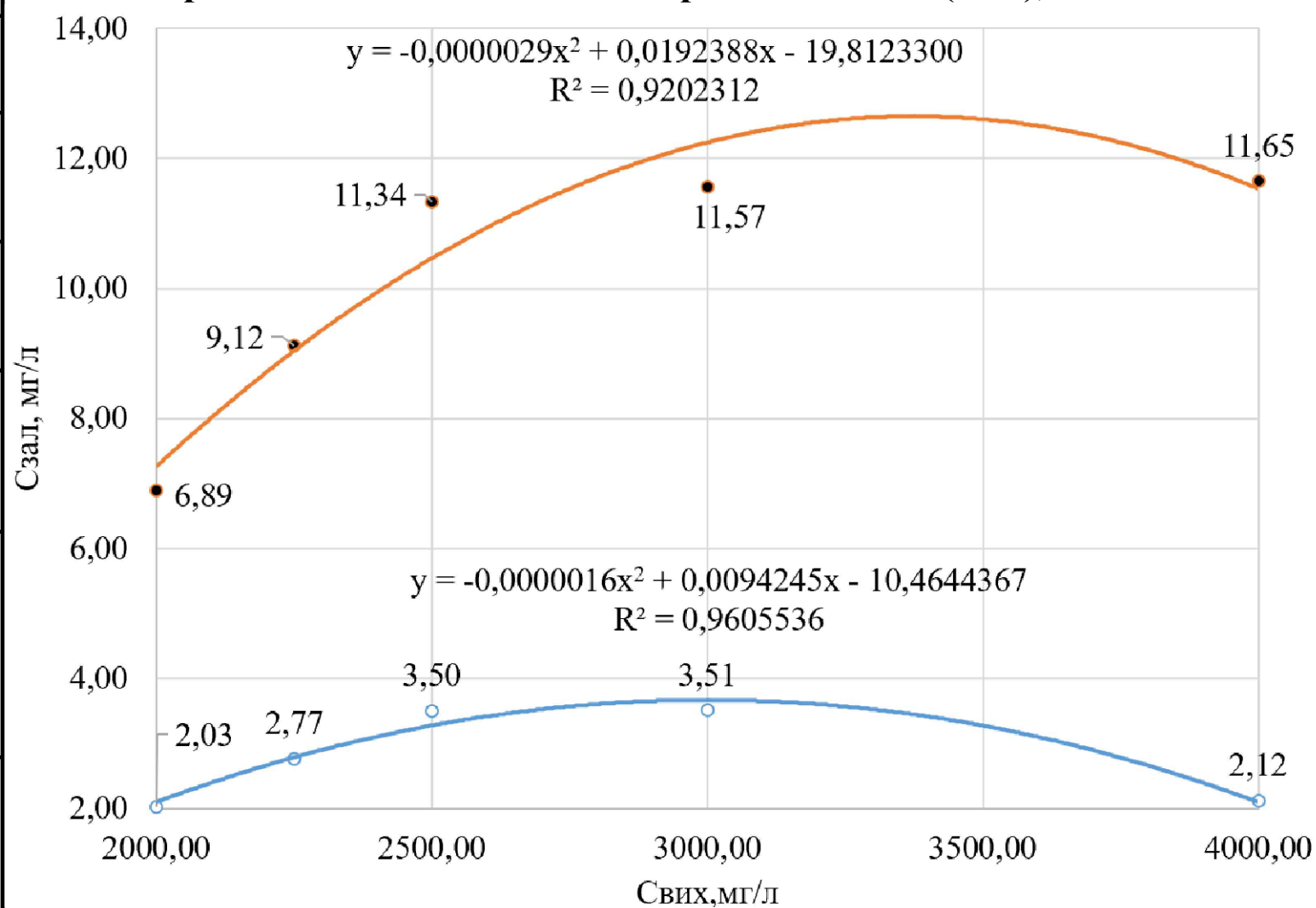
Залежність залишкових концентрацій $C_{зал}$ іонів міді в очищеному розчині від співвідношення Cu/Fe , $C_{вих}=2$ г/л



Залежність ступеня вилучення іонів міді від вихідної концентрації іонів важких металів



Залежність залишкових концентрацій $C_{зал}$ іонів міді в очищеному розчині від вихідної концентрації іонів міді ($C_{вих}$), $Cu/Fe=1/2$



Умовні позначення

- - активація процесу феритизації мікрохвильовим випромінюванням
- - активація процесу феритизації ультрафіолетовим випромінюванням
- - лінії тренду

Погоджено:

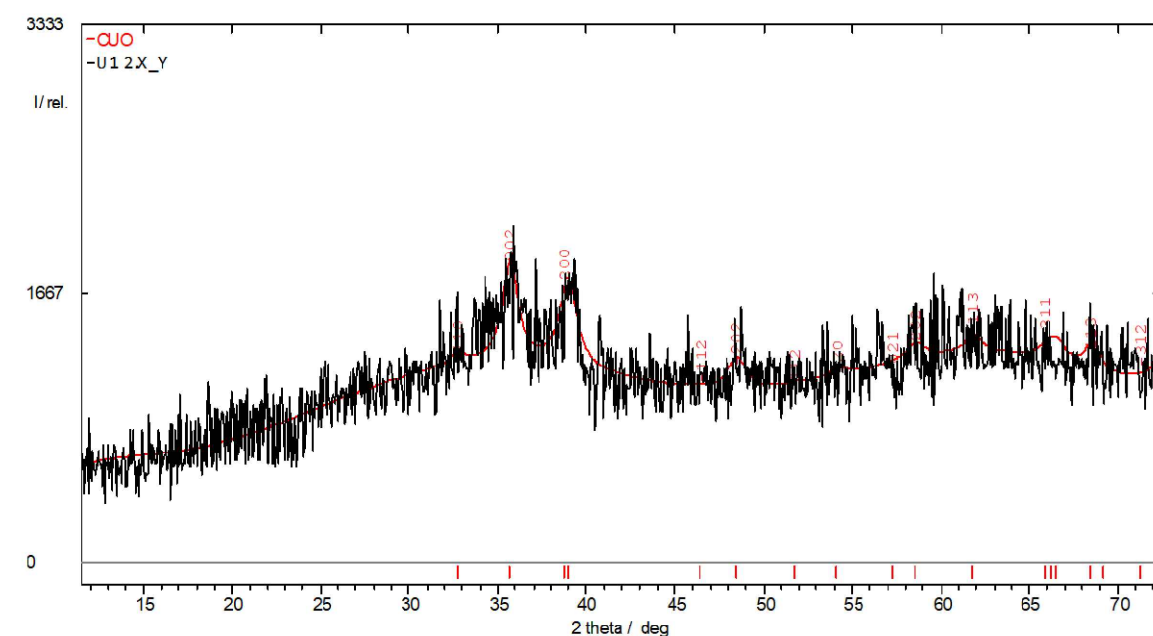
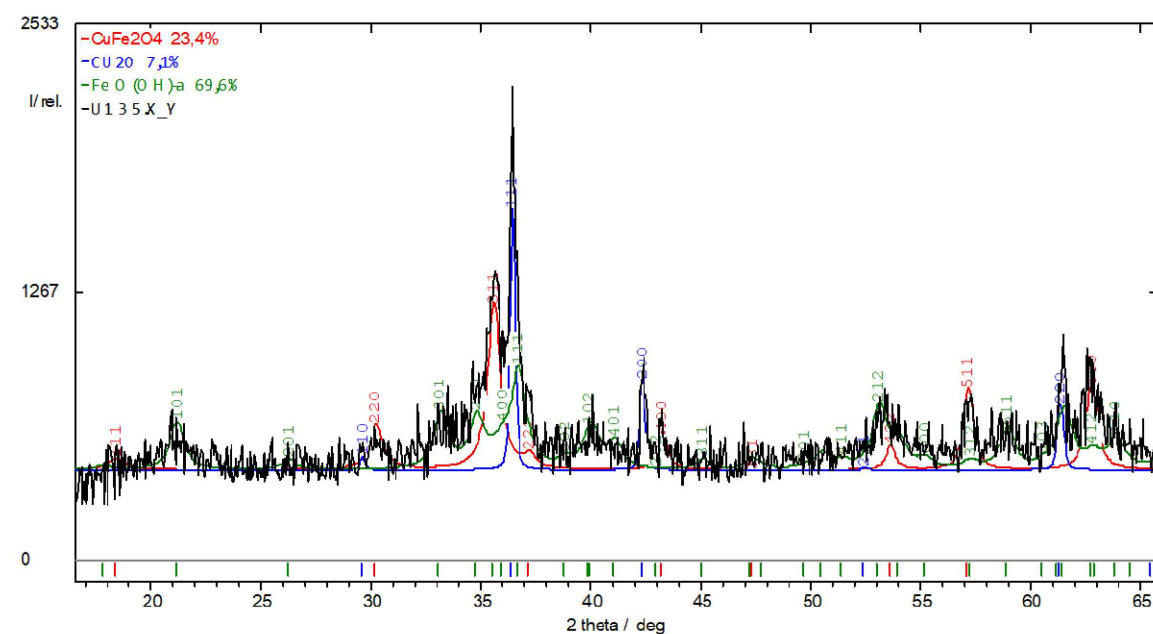
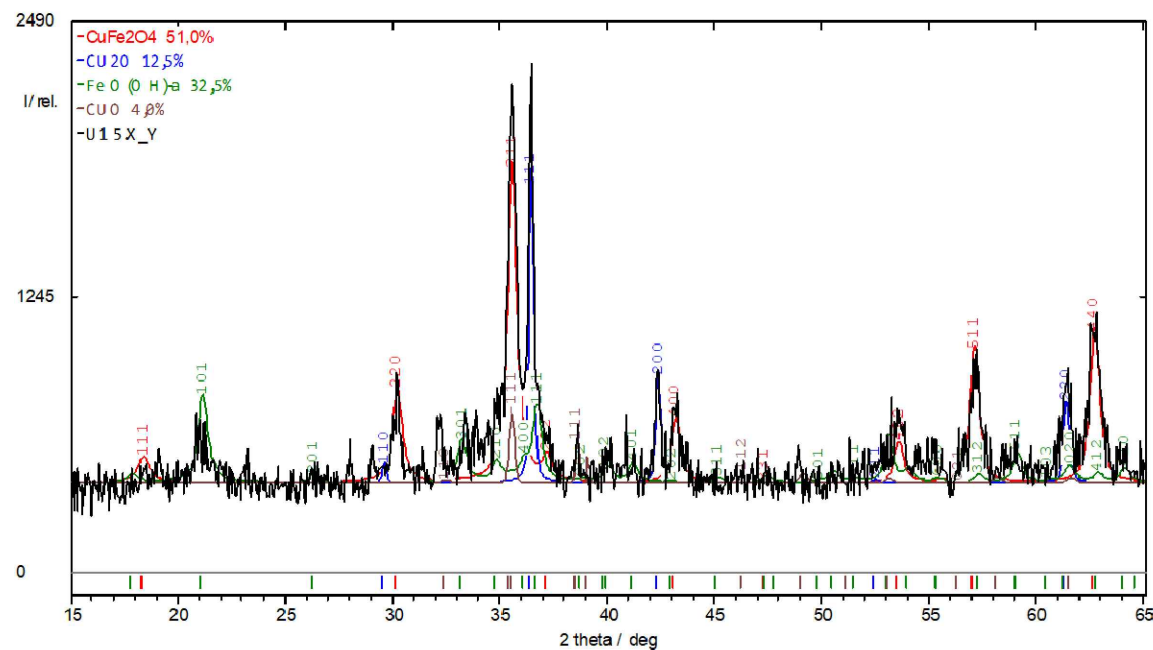
Зам. інв. №

Підпис і дата

Інв. № ор.

						Кваліфікаційна робота магістра			
						Кафедра водопостачання та водовідведення			
Зм.	Кільк.	Арк.	№док.	Підпис	Дата	Переробка відпрацьованих електролітів міднення удосконаленим методом феритизації	Стадія	Аркуш	Аркушів
Зав. кафедри	Хоружий В. П.						КРМ	2	6
Розробив	Дзюндзя С. Я.								
Перевірив	Кочетов Г. М.					Графіки ефективності очищення води від іонів важких металів		КНУБА, ФІСЕ гр. ВВМН-23, Київ 2025	

Структурний аналіз феритизованих осадів отриманих феритизацією з активацією процесу ультрафіолетовим випромінюванням



A

№ досліду	Співвідношення Cu/Fe	Кількісний фазовий склад зразків осадів		
		Ідентифікована фаза	Формула	Масова частка фази, %
1	$\frac{1}{5}$	Ферит міді	CuFe_2O_4	50,96
		Оксид (I) міді	Cu_2O	12,54
		Гетит заліза	FeO(OH)-a	32,54
		Оксид (II) міді	CuO	3,96
2	$\frac{1}{3,5}$	Ферит міді	CuFe_2O_4	23,36
		Оксид (I) міді	Cu_2O	7,06
		Гетит заліза	FeO(OH)-a	69,58
3	$\frac{1}{2}$	Гетит заліза	FeO(OH)-a	26,48
		Оксид (II) міді	CuO	73,52

B

Структура осадів феритизації стічних вод отриманих методом феритизації ультрафіолетовим випромінюванням при різних співвідношеннях:

A - 1/5;

B - 1/3,5;

C - 1/2.

C

Кваліфікаційна робота магістра					
Кафедра водопостачання та водовідведення					
Зм.	Кільк.	Арк.	№док.	Підпис	Дата
Зав. кафедри		Хоружий В. П.			
Розробив		Дзюндзя Є. Я.			
Перевірив		Кочетов Г. М.			
Переробка відпрацьованих електролітів міднення удосконаленим методом феритизації				Стадія	Аркуш
Структурний аналіз феритизованих осадів отриманих феритизацією з активацією процесу ультрафіолетовим випромінюванням				КРМ	3
				Аркушів	6
				КНУБА, ФІСЕ гр. ВВМН-23, Київ 2025	

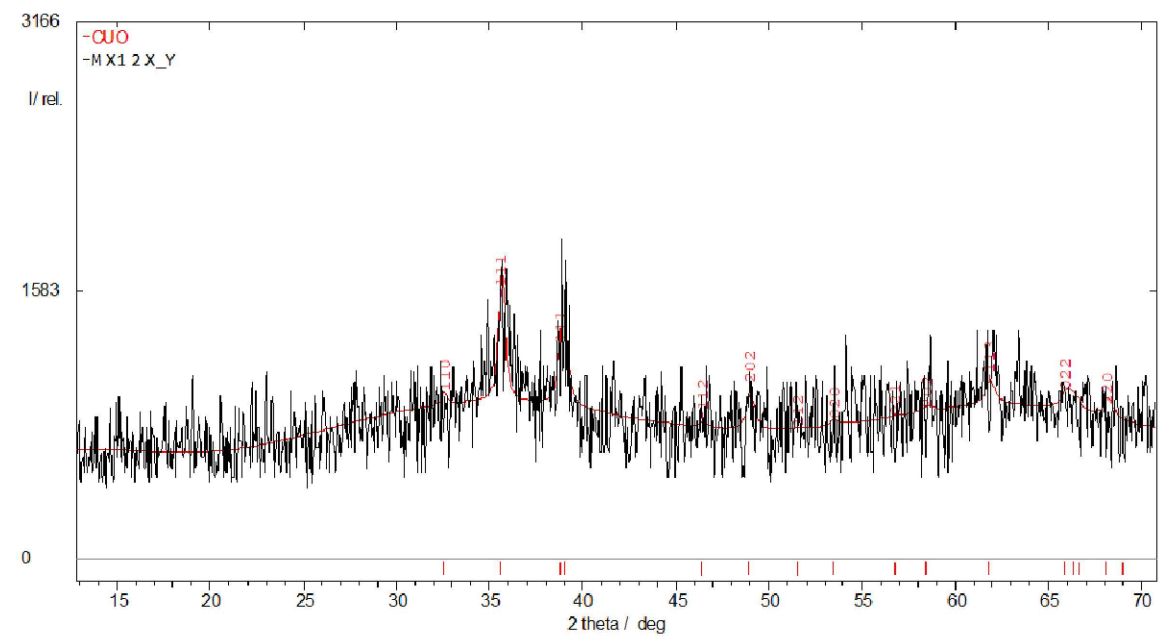
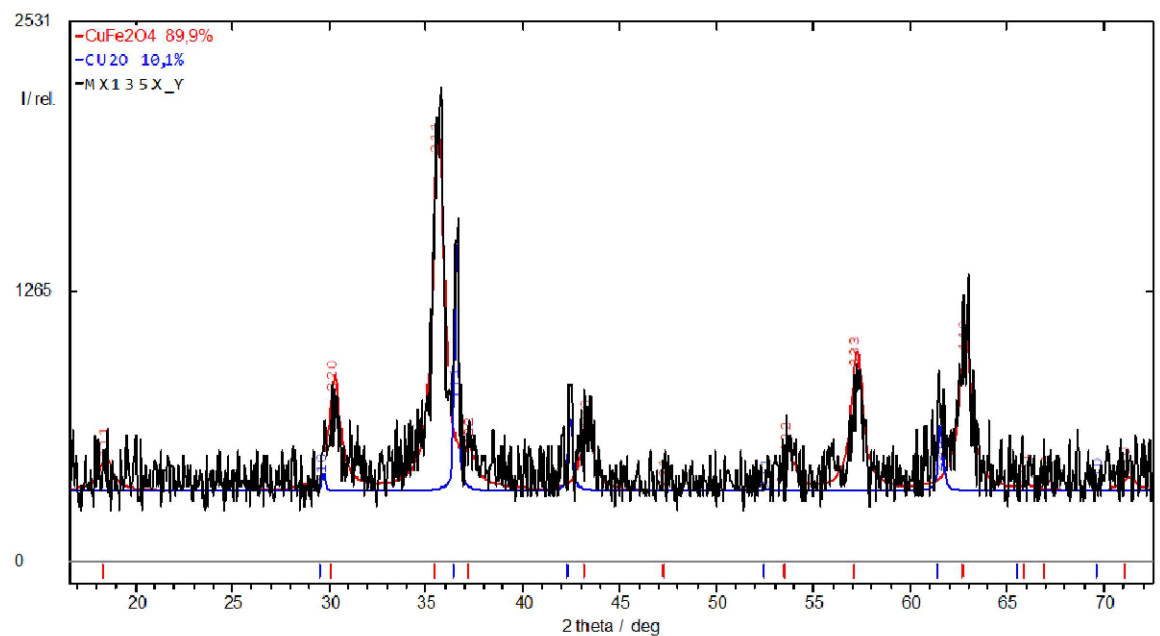
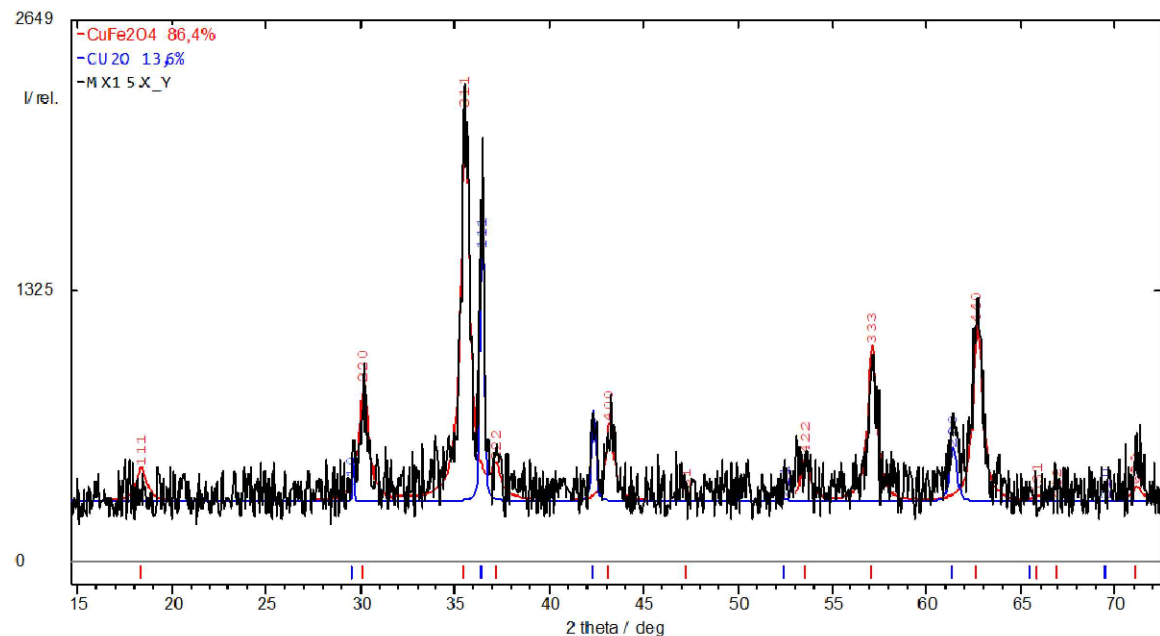
Погоджено:

Зам. інв. №

Підпис і дата

Інв. № ор.

Структурний аналіз феритизованих осадів отриманих феритизацією з активацією процесу мікрохвильовим випромінюванням



A

№ досліду	Співвідношення Cu/Fe	Кількісний фазовий склад зразків осадів		
		Ідентифікована фаза	Формула	Масова частка фази, %
1	$\frac{1}{5}$	Ферит міді	CuFe_2O_4	86,4
		Оксид (I) міді	Cu_2O	13,60
2	$\frac{1}{3,5}$	Ферит міді	CuFe_2O_4	89,91
		Оксид (I) міді	Cu_2O	10,09
3	$\frac{1}{2}$	Гетит заліза	FeO(OH)-a	12,72
		Оксид (II) міді	CuO	87,28

B

Структура осадів феритизації стічних вод отриманих методом феритизації мікрохвильовим випромінюванням при різних співвідношеннях:

A - 1/5;

B - 1/3,5;

C - 1/2.

C

						Кваліфікаційна робота магістра			
						Кафедра водопостачання та водовідведення			
Зм.	Кільк.	Арк.	№док.	Підпис	Дата				
Зав. кафедри		Хоружий В. П.				Переробка відпрацьованих електролітів міднення удосконаленим методом феритизації	Стадія	Аркуш	Аркушів
Розробив		Дзюндзя Є. Я.					КРМ	4	6
Перевірив		Кочетов Г. М.							
						Структурний аналіз феритизованих осадів отриманих феритизацією з активацією процесу мікрохвильовим випромінюванням	КНУБА, ФІСЕ гр. ВВМН-23, Київ 2025		

Погоджено:

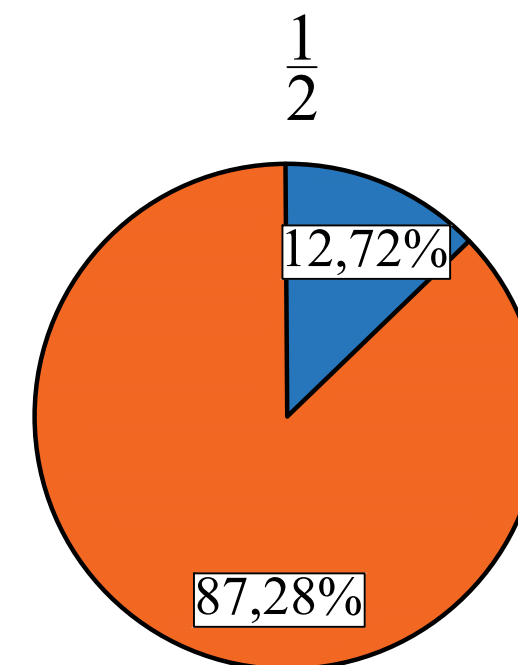
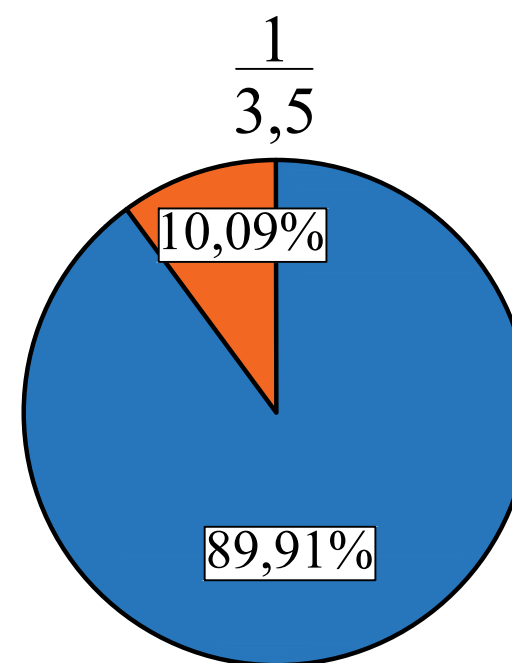
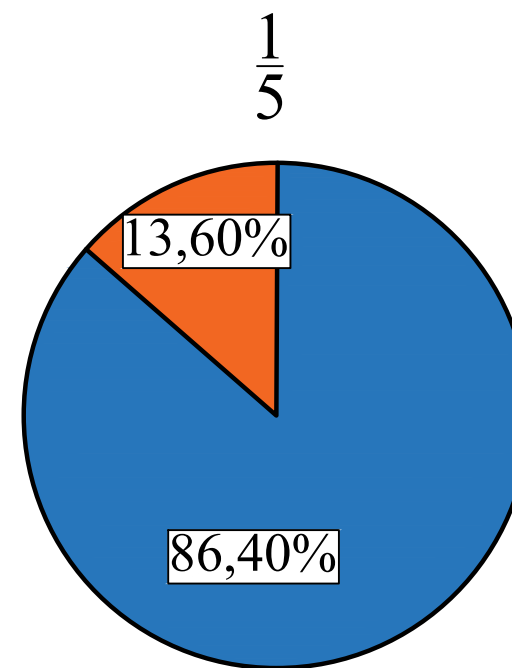
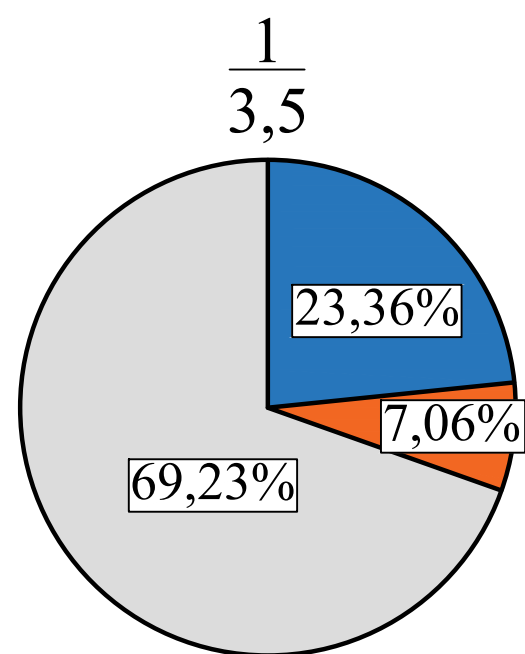
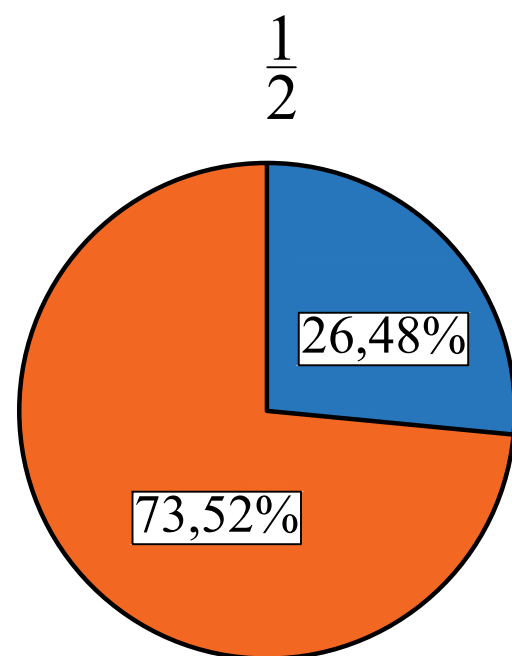
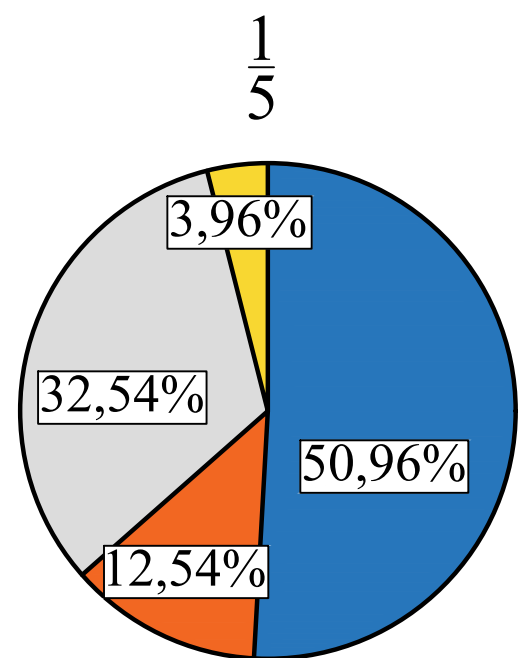
Зам. інв. №

Підпис і дата

Інв. № ор.

Результати кількісного рентгенофазового аналізу осадів, які отримані феритизацією з ультрафіолетовою активацією

Результати кількісного рентгенофазового аналізу осадів, які отримані феритизацією з мікрохвильовою активацією



Зразки отриманих осадів містять, головним чином, нерозчинні кристалічні фази: CuFe_2O_4 - ферит міді; FeO(OH)-a - гетит заліза; Cu_2O - оксид (I) міді; CuO - оксид (II) міді.

Утворення стійкої шпінельної структури фериту міді CuFe_2O_4 (до 51%) з феромагнітними властивостями спостерігається при очищенні розчину при активації ультрафіолетовим випромінюванням і співвідношенні $\text{Cu/Fe}=1/5$.

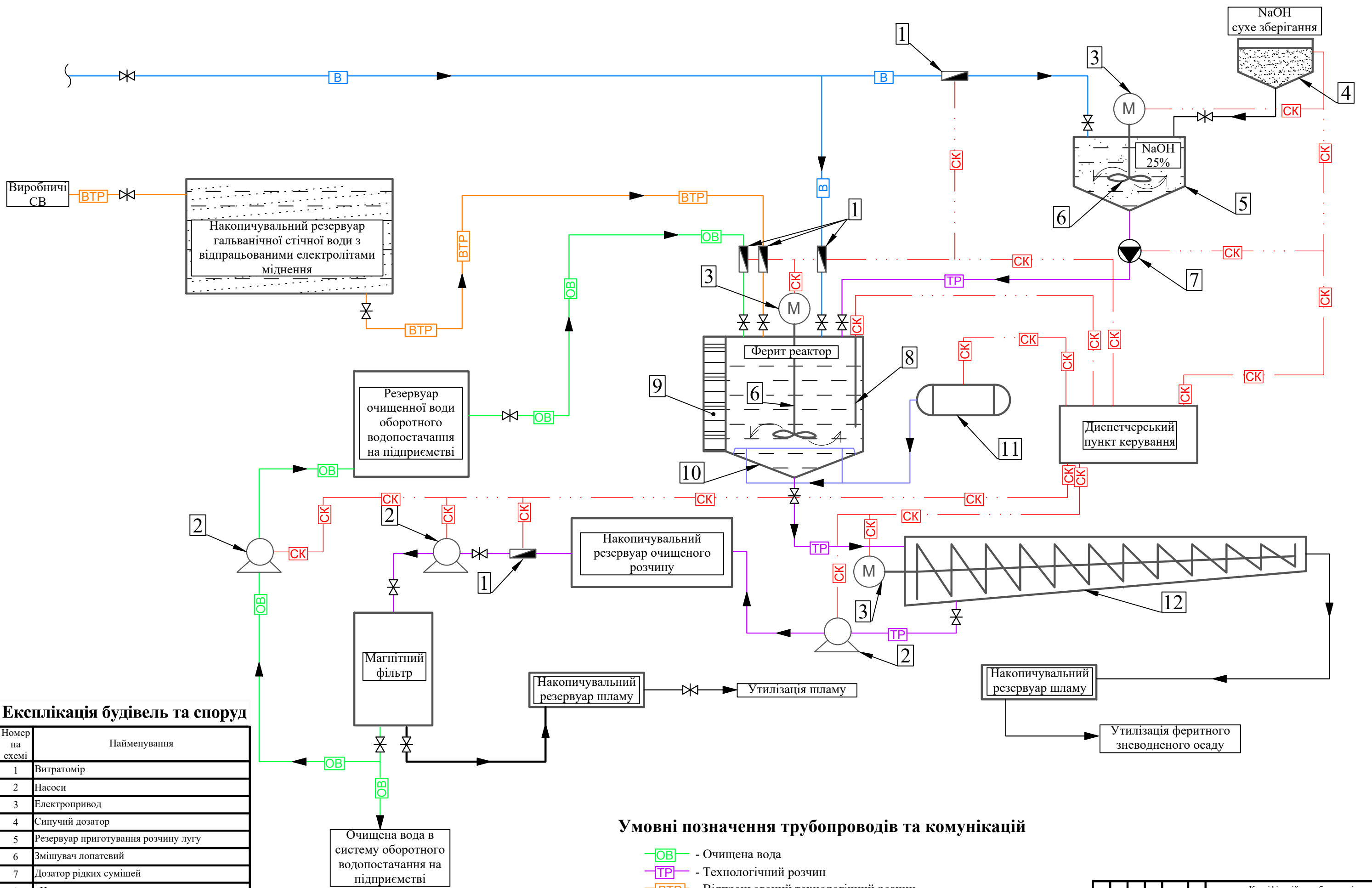
Вміст фериту міді в осаді складає 51% і 90% при ультрафіолетовому та мікрохвильовому випромінюваннях, відповідно.

Умовні позначення

- - CuFe_2O_4
- - Fe(OH)-a
- - CuO
- - Cu_2O

						Кваліфікаційна робота магістра				
						Кафедра водопостачання та водовідведення				
Зм.	Кільк.	Арк.	№док.	Підпис	Дата	Переробка відпрацьованих електролітів міднення удосконаленим методом феритизації		Стадія	Аркуш	Аркушів
Зав. кафедри				Хоружий В. П.				КРМ	5	6
Розробив				Дзюндзя Є. Я.						
Перевірив				Кочетов Г. М.		Результати кількісного рентгенофазового аналізу осадів, які отримані феритизацією при різних способах активації		КНУБА, ФІСЕ гр. ВВМН-23, Київ 2025		

Комплексна технологічна схема очистки відпрацьованих електролітів міднення удосконаленою феритизацією



Експлікація будівель та споруд

Номер на схемі	Найменування
1	Витратомір
2	Насоси
3	Електропривод
4	Сипучий дозатор
5	Резервуар приготування розчину лугу
6	Змішувач лопатевий
7	Дозатор рідких сумішей
8	pH-метр
9	Ультрафіолетовий / мікрохвильовий випромінювач
10	Аератор для розподілу повітря
11	Компресор
12	Центрифуга

Умовні позначення трубопроводів та комунікацій

- **ОВ** - Очищена вода
- **ТР** - Технологічний розчин
- **ВТР** - Відпрацьований технологічний розчин
- **В** - Водопровідна вода
- **СК** - Кабель сигналу керування диспетчера
- - Розподільна труба

Кваліфікаційна робота магістра					
Кафедра водопостачання та водовідведення					
Зм.	Кільк.	Арк.	Чолок.	Підпис	Дата
Зм. кафедри	Лорухай В. П.				
Розробив	Дюкандя С. Я.				
Перевірив	Кочетов Г. М.				
Переробка відпрацьованих електролітів міднення удосконаленим методом феритизації				Стала	Аркуш
Комплексна технологічна схема очистки відпрацьованих електролітів міднення удосконаленим методом феритизації				КРМ	6
				Аркуши	6
				КНУБА, ФІСЕ	
				гр. ВВмН-23, Київ 2025	
Формат А1					