

УКРАЇНА



# СВІДОЦТВО

про реєстрацію авторського права на твір

№ 103389

Науковий твір «Інженерно-технічні рішення поводження з рідкими відходами, осадами і шламами які утворюються при обробленні стічних вод гальванічного виробництва промислових підприємств»

(вид, назва твору)

Автор(и) Мовчан Сергій Іванович, Чернишова Людмила Миколаївна

(повне ім'я, псевдонім (за наявності))

Дата реєстрації 23 березня 2021 р.

Генеральний директор  
Державного підприємства  
«Український інститут  
інтелектуальної власності»



Андрій КУДІН

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ  
ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО  
«УКРАЇНСЬКИЙ ІНСТИТУТ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ»  
(УКРПАТЕНТ)

Оригіналом цього документа є електронний документ з ідентифікатором:

**CR0555230321**

Для отримання оригіналу документа необхідно:

1. Перейти за посиланням: <https://sis.ukrpatent.org>
2. Обрати пункт меню «СЕРВІСИ» «Отримати оригінал документу».
3. Вказати ідентифікатор документу та натиснути на кнопку «Завантажити».

Цей ідентифікатор є конфіденційною інформацією,  
не повідомляйте його нікому

**103389**

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ  
ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО  
«УКРАЇНСЬКИЙ ІНСТИТУТ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ»  
(УКРПАТЕНТ)  
ВІДДІЛЕННЯ АДМІНІСТРУВАННЯ ДЕРЖАВНИХ РЕЄСТРІВ

вул. Глазунова, буд. 1, м. Київ, 01601, тел.: (044) 494-05-05, факс: (044) 494-05-06  
E-mail: [office@ukrpatent.org](mailto:office@ukrpatent.org), сайт: [www.ukrpatent.org](http://www.ukrpatent.org), код згідно з ЄДРПОУ 31032378

23 березня 2021 р. № 001680/АП/21

На № \_\_\_\_\_ від \_\_\_\_\_

Мовчан С. І.

вул. Гетьманська, 143, м. Мелітополь,  
Запорізька обл., 72315

Стосовно реєстрації авторського права  
на твір за заявкою № с202101337

Відповідно до статті 4<sup>1</sup> Закону України «Про авторське право і суміжні права» надсилаємо Вам рішення про реєстрацію авторського права на твір за заявкою с202101337 від 5 березня 2021 р. та свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 103389 від 23 березня 2021 р.

Додаток: зазначене на 2 арк.

Начальник відділення



Святослав ЛЯЦЕНКО

Вик. Герасименко О. В.  
Тел. 494-06-64



22230009161652044120260554230321

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ  
ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО  
«УКРАЇНСЬКИЙ ІНСТИТУТ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ»  
(УКРПАТЕНТ)

вул. Глазунова, буд. 1, м. Київ, 01601, тел.: (044) 494-05-05, факс: (044) 494-05-06  
E-mail: [office@ukrpatent.org](mailto:office@ukrpatent.org), сайт: [www.ukrpatent.org](http://www.ukrpatent.org), код згідно з ЄДРПОУ 31032378

**Р І Ш Е Н Н Я**

**ПРО РЕЄСТРАЦІЮ АВТОРСЬКОГО ПРАВА НА ТВІР**

Державне підприємство «Український інститут інтелектуальної власності» розглянуло заяву  
**Мовчан Сергій Іванович, вул. Гетьманська, 143, м. Мелітополь, Запорізька обл., 72315**  
(повне ім'я автора, адреса)

заявка від 5 березня 2021 р. № с202101337

про реєстрацію авторського права на твір і прийняло рішення зареєструвати авторське право на твір  
**Науковий твір «Інженерно-технічні рішення поводження з рідкими відходами, осадами і шламами які утворюються при обробленні стічних вод гальванічного виробництва промислових підприємств»;** **Мовчан Сергій Іванович, Чернишова Людмила Миколаївна**  
(вид, повна, скорочена (за наявності) назва твору, повне ім'я, псевдонім (за наявності) автора (ів))

Внесення відомостей до Державного реєстру свідоцтв про реєстрацію авторського права на твір та видача свідоцтва будуть здійснені за умови сплати збору за оформлення і видачу свідоцтва про реєстрацію авторського права на твір відповідно до пункту 20 Порядку державної реєстрації авторського права і договорів, які стосуються права автора на твір, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 27 грудня 2001 р. № 1756 «Про державну реєстрацію авторського права і договорів, які стосуються права автора на твір».

Якщо протягом трьох місяців від дати одержання заявником рішення про реєстрацію авторського права на твір Державне підприємство «Український інститут інтелектуальної власності» не одержало документ про сплату збору за оформлення і видачу свідоцтва у розмірі та порядку, визначених законодавством, або копію документа, що підтверджує право на звільнення від сплати зазначеного збору, заявка вважається відхиленою і реєстрація авторського права та публікація відомостей про реєстрацію Державним підприємством «Український інститут інтелектуальної власності» не проводиться.

Генеральний директор



Андрій КУДІН

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ  
ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО  
«УКРАЇНСЬКИЙ ІНСТИТУТ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ»  
(УКРПАТЕНТ)

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ  
ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО  
«УКРАЇНСЬКИЙ ІНСТИТУТ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ»  
(УКРПАТЕНТ)**

Оригіналом цього документа є електронний документ з ідентифікатором:

**CR0553230321**

Для отримання оригіналу документа необхідно:

1. Перейти за посиланням: <https://sis.ukrpatent.org>
2. Обрати пункт меню «СЕРВІСИ» «Отримати оригінал документа».
3. Вказати ідентифікатор документа та натиснути на кнопку «Завантажити».

Цей ідентифікатор є конфіденційною інформацією,  
не повідомляйте його нікому

Свідоцтво № 103389  
Вик. Герасименко О. В.  
Тел. 494-06-64



**Мовчан С.І.**  
**Чернишова Л.М.**

**ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ ПОВОДЖЕННЯ  
З РІДКИМИ ВІДХОДАМИ, ОСАДАМИ І ШЛАМАМИ  
ЯКІ УТВОРЮЮТЬСЯ ПРИ ОБРОБЛЕННІ СТІЧНИХ ВОД  
ГАЛЬВАНІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА  
ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ**

**Мета:** Розроблені еколого - безпечні технологічні способи оброблення, знезаражування, перероблення та використання рідких відходів, що утворюються від попередніх процесів оброблення стоків промислових підприємств

**Завдання.** Для досягнення поставленої мети необхідно виконати наступні завдання.

1. Розробити технологію змазування для форм при виготовленні будівельних матеріалів.
2. Забезпечити оброблення зневоднених відходів гальванічного виробництва від іонів важких металів за рахунок розробленої системи.
3. Знезаражування рідких відходів забезпечується способом утилізації осадів гальванічних відділень
4. З використанням технологічної схем утилізації осадів гальванічного виробництва промислових підприємств забезпечити екологічну безпеку їх оброблення.
5. Розробити повний цикл виготовлення вогнетривів на основі осаду, утвореного при обробленні стічних вод гальванічного виробництва.

## 1. Призначення та галузь застосування.

В промисловому секторі країни гальванічне виробництво становить серйозну екологічну загрозу для водних об'єктів окремих регіонів. Головним джерелом небезпеки є гальванічні покриття, які утворюються на ділянках цехів і гальванічних відділень найбільших промислових підприємствах країни ВАТ «Сумське НВО ім. М.В. Фрунзе» (м. Суми), ВАТ «Стаханівський вагонобудівний завод» (м. Стаханів), ВАТ Насосенергомаш» (м. Суми) та ін. До таких виробництв належать найбільш потужні підприємства півдня України: ВАТ «Азовмаш» (м. Маріуполь), ВАТ «Маріупольський завод важкого машинобудування» (м. Маріуполь), та ін. У тому числі потужні підприємства Запорізького краю: ПАТ «Запорізький металургійний комбінат «Запоріжсталь», ВП «Запорізька ТЕС», КП НВК «Іскра», ПАТ «ДТЕК Дніпроенерго», ВП «Запорізька АЕС», ДП НАЕК «Енергоатом», ВАТ «Азмол» (м. Бердянськ) та ін.

Складовою частиною промислових підприємств є рідкі відходи, які утворюються внаслідок очищення, оброблення та утилізації стоків виробничих процесів. На території України у відвалах та сховищах накопичено більш, ніж 50 млн. т осадів (по сухому залишку), що при їх звичайній вологості перевищує 5 млрд. т. Значні обсяги утворення й накопичення осадів, шламів та інших рідких відходів промислового виробництва, які накопичуються при очищенні стічних вод гальванічного виробництва. Об'єми рідких відходів, які безпосередньо утворюються від гальванічних відділень та виробництв становлять 2,5...3,0 млн. м<sup>3</sup>/рік, що обумовлює серйозну екологічну загрозу для навколишнього природного середовища.

## 2. Напрями використання рідких відходів

При очищенні, обробленні, нейтралізації, знезаражуванні та вилученні цінних компонентів в системах оборотного водопостачання використовуються технологічні прийоми, наведені на рис. 1.

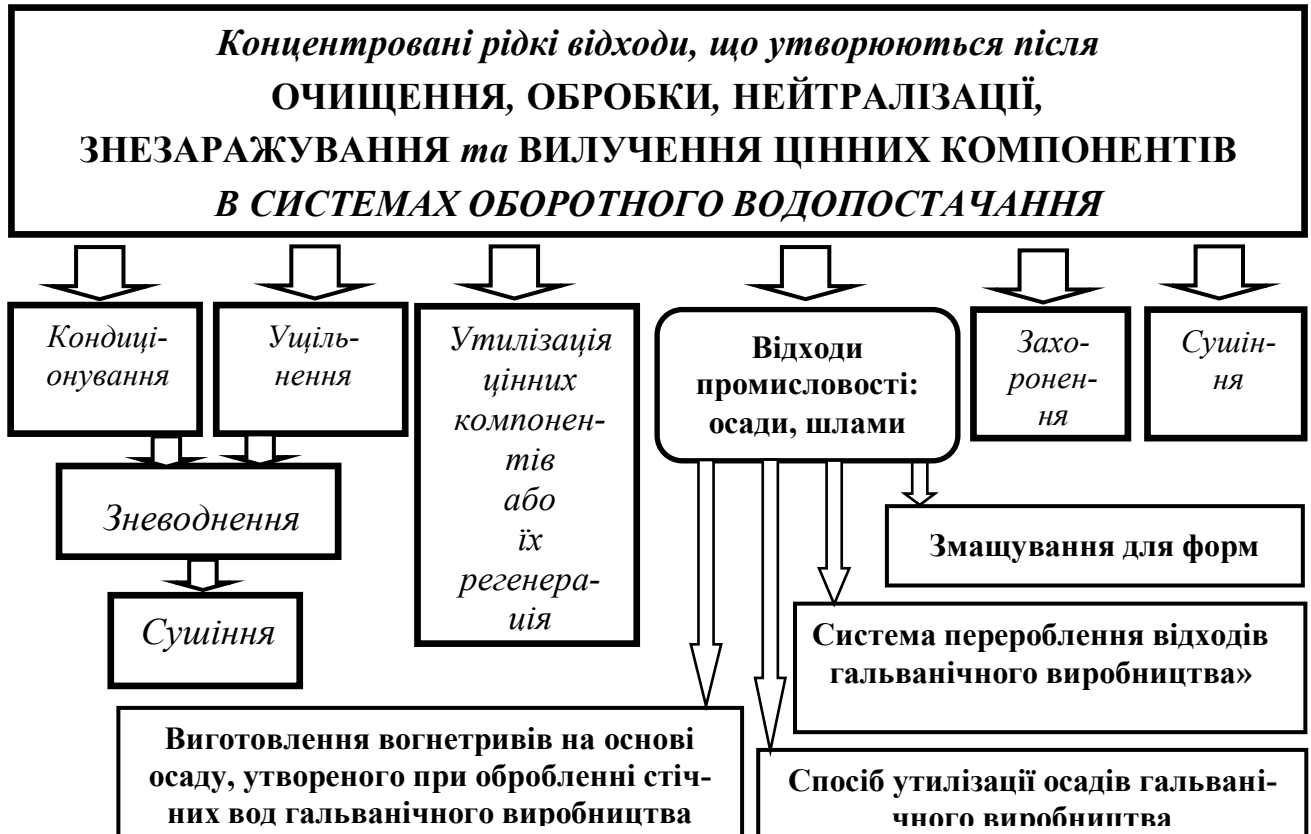


Рис. 1 Основні варіанти оброблення концентрованих рідких відходів гальванічного виробництва, що утворюються при використанні води в промисловому виробництві.

Головними недоліками гальванічного виробництва є застосування застарілого обладнання, його використання не за призначенням, не в повній мірі відповідність технології оброблення визначеного виду стоків тощо. Серед головних є недосконалість технологічного процесу, внаслідок чого з відходами безповоротно втрачається 50 - 70% кольорових металів 80 - 95% кислот і лугів та інших супутніх речовин.



### 3. Змащування для форм

Відомий спосіб змащування для форм [А. с. № 1668151 ССРСР, МКИ В28 В7/38. Смазка для форм / Н.И. Бунин, Л.И. Дворкин, И.А. Шамбан, С.И. Мовчан; Украинский институт инженеров водного хозяйства. – 466452 / 33; заявл. 30. 03. 89; опубл. 07. 08. 91, Бюл. № 29], сутність якого полягає у підвищенні якості та міцності залізобетонних виробів, за рахунок використання 60 – 90 мас. % водного розчину відпрацьованого миючого розчину «Лабомід» густиною 1,050–1,100 г/м з коефіцієнтом поверхневого натягу  $(30...50) 10^{-3} \text{ кг/с}^2$ , із вмістом 10 ... 20 г/л емульсованих мастил та 10...40 мас. % мікронаповнювача – цементного пилу - продукту винесення із печей. При використанні змащування для виробів, його зовнішня поверхня категорії А<sub>4</sub> твердістю поверхні 15,9 МПа [1].

## 4. Системи перероблення відходів гальванічного виробництва

**4.1. Суть технології.** Система перероблення відходів складається з камери зневоднення, реакції та формування. Введення блок - камер додаткового перероблення відходів промисловості, що включає камеру вилучення надлишкової вологи з подальшим спрямуванням на три технологічні лінії, в яких отримані рідкі відходи обробляються відповідно до їх фізико-хімічного та агрегатного стану [2].

Система перероблення відходів, наведена на рис. 4.1, дозволяє обробляти рідкі відходи промислового виробництва, що утворюються від гальванічного виробництва та ділянок гальванічних відділень.

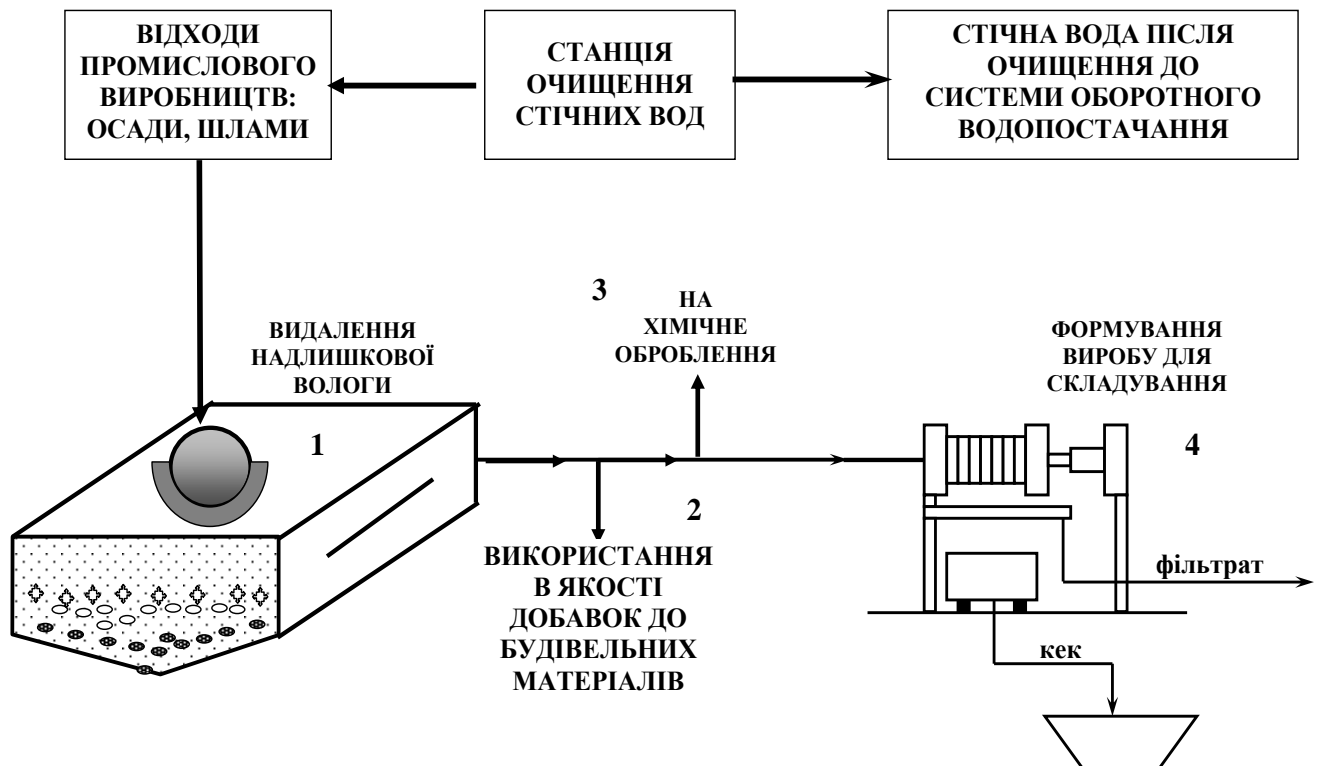


Рис. 4.1. Блок-схема системи перероблення відходів гальванічного виробництва: 1 - камера видалення надлишкової вологи; 2 - камера приготування добавки для використання в якості будівельних матеріалів; 3 - камери хімічного оброблення агресивних відходів; 4 - камери формування виробу для складування.

Введений блок-камер додаткового перероблення відходів відрізняє пропонувану систему від існуючої, оскільки, вилучення надлишкової вологи та обробка відходів в технологічних камерах відповідно до їх фізико-хімічного та агрегатного стану дозволяє використовувати відходи в якості добавок до будівельних матеріалів, агресивні відходи піддаються хімічному обробленню та інші – формуються для складування на звалищах твердих побутових відходів.

Розроблена технологічна схема (рис. 1) працює таким чином. Спочатку гідроксиди важких металів ( $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ,  $\text{Cr}(\text{OH})_3$ ,  $\text{Zn}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  та інш.) з ділянки їх накопичення спрямовуються на пристрій зневоднювання (поз. 1), який використовує поліпропіленові барабани, що обертаються зі швидкістю ущільнення і створює умови для видалення зайвої води.

Далі в камері реакції (поз. 2) відбувається інтенсифікація обробки шламів з додаванням мінеральних добавок, що сприяє створенню однорідної маси. Створені штучно умови дозволяють забезпечити роботу технологічної схеми в однаковому режимі гідравлічного навантаження і тепловому режимі.

В камері змішування (поз. 3) за допомогою хімічних компонентів зневоднений осад доводиться до необхідної консистенції - однакового гранулометричного складу і теплофізичних характеристик, що розширює круг його подальшого використання.

Остаточне сушіння обробленого осаду здійснюється в камері сушіння (поз. 4). При цьому матеріал, що обробляється, доводиться до кондиції, яка дозволяє застосувати стандартне устаткування для сушки матеріалу.

Розроблена технологічна схема утилізації осадів виробничих стічних вод гальванічних відділень забезпечує наступні технічні параметри: продуктивність (по сухому залишку) - 1 - 2 т/добу, питомі мінеральні добавки - 15 - 25 % (від загальної маси осаду), питомі витрати електричної енергії в межах 6 - 8 кВт год./т, питомі витрати відходів промисловості - 10 - 15 % (від загальної маси осаду).

Використання відповідної технології створює умови для отримання осадів очищення виробничих стічних вод у вигляді брикетів, яким надають будь-яку будівельну форму. Отримані таким чином будівельні матеріали використовуються для будівництва полігонів твердих побутових відходів, при їх складуванні. А також в процесах хімічного очищення стічних вод при їх нейтралізації і знезараженні.

В табл. 4.1 наведені параметри оптимізації питомої теплоємності зневоднених осадів ( $X_i$ ) та об'ємів осадів (шламів) в одиницях ваги від загального об'єму ( $Y_i$ )

Таблиця 4.1. Параметри оптимізації питомої теплоємності зневоднених осадів ( $X_i$ ) та об'єм осадів (шламів) в одиницях ваги від загального об'єму ( $Y_i$ )

Питома теплоємність зневоднених осадів, $C \cdot 10^3$ , Дж/кг К ( $X_i$ )	Об'єм осадів (шламів), в одиницях ваги від загального об'єму, ( $Y_i$ )
2,90	0,81
2,90	0,85
2,90	0,90
3,00	0,90
3,00	0,93
3,00	0,95
3,10	1,10
3,10	1,15
3,20	1,25
3,20	1,50
3,30	1,50
3,30	1,90
3,30	2,00
3,30	1,75

Осади станції нейтралізації утворюються внаслідок осадження іонів важких металів хрому (VI), заліза (III), цинку (II), міді (II) тощо розчином карбонату натрію у відстійнику-освітлювачі.

На станції очищення стічних вод очищена вода повертається до системи оборотного водопостачання, а виділені відходи гальванічного виробництва промислових підприємств до складу яких входять іони важких металів, механічні домішки, залишки масел та нафтопродуктів та ін., спрямовуються до ємності накопичення рідких відходів промисловості, камери видалення надлишкової вологи 1, а далі - поетапно, в залежності від фізико-хімічної характеристики та агрегатного стану відходи спрямовуються в камеру 2 використання відходів в якості будівельних матеріалів, камеру 3 хімічного оброблення та камеру 4 формування виробу для складування спеціально відведених місцях

Показники ефективності зневоднення осадів в залежності від питомого значення зневоднених осадів та значення об'єму осадів наведені в табл. 4.2.

Таблиця 4.2. Показники ефективності зневоднення осадів (%) в залежності від питомого значення зневоднених осадів, ( $C \cdot 10^3$ , Дж / кг К) та об'єму осадів (в одиницях ваги від загального об'єму)

Питома теплоємність зневоднених осадів, $C \cdot 10^3$ , Дж / кг К	Ефективність зневоднених осадів, %	Об'єм осадів (шламів), до одиниці ваги від загального об'єму
2,9	70	0,81 ... 0,90
3,0	75	0,90 ... 0,95
3,1	80	1,10 ... 1,15
3,2	85	1,25 ... 1,50
3,3	90	1,75 ... 2,00

Додаткове перероблення відходів забезпечує проведення повного замкненого циклу технологічного процесу, створює умови для розширення можливостей їх використання та подальшого перероблення.

Середні показники концентрації іонів важких металів в стічній воді, які потрапляють на станцію знезараження, знаходяться в межах:  $Cr^{6+}$  0,05 ... 34,0 мг/л;  $Ni^{2+}$  - 0,5 ... 100,0 мг/л;  $Cu^{2+}$  - 0,05 ... 2,0 мг/л;  $Fe^{3+}$  - 0,05 ... 100,0 мг/л.

## 5. Спосіб утилізації осадів гальванічних відділень

За прототип обрано спосіб утилізації осадів гальванічних відділень сутність якого полягає у зневодненні відходів промислового виробництва та послідовного оброблення їх у камерах реакції, змішування та сушіння, при цьому, відходи зневоднюються на барабанному вакуум-фільтрі, далі вони спрямовуються до камери реакції, до якої одночасно додають мінеральні компоненти у якості добавок з метою інтенсифікації оброблення відходів гальванічного виробництва, на заключному етапі суміш висушують та надають відповідної форми [3].

Виконання способу утилізації осадів гальванічних відділень пояснюється кресленням, де на рис. 5.1 представлена блок-схема способу утилізації осадів гальванічних відділень.

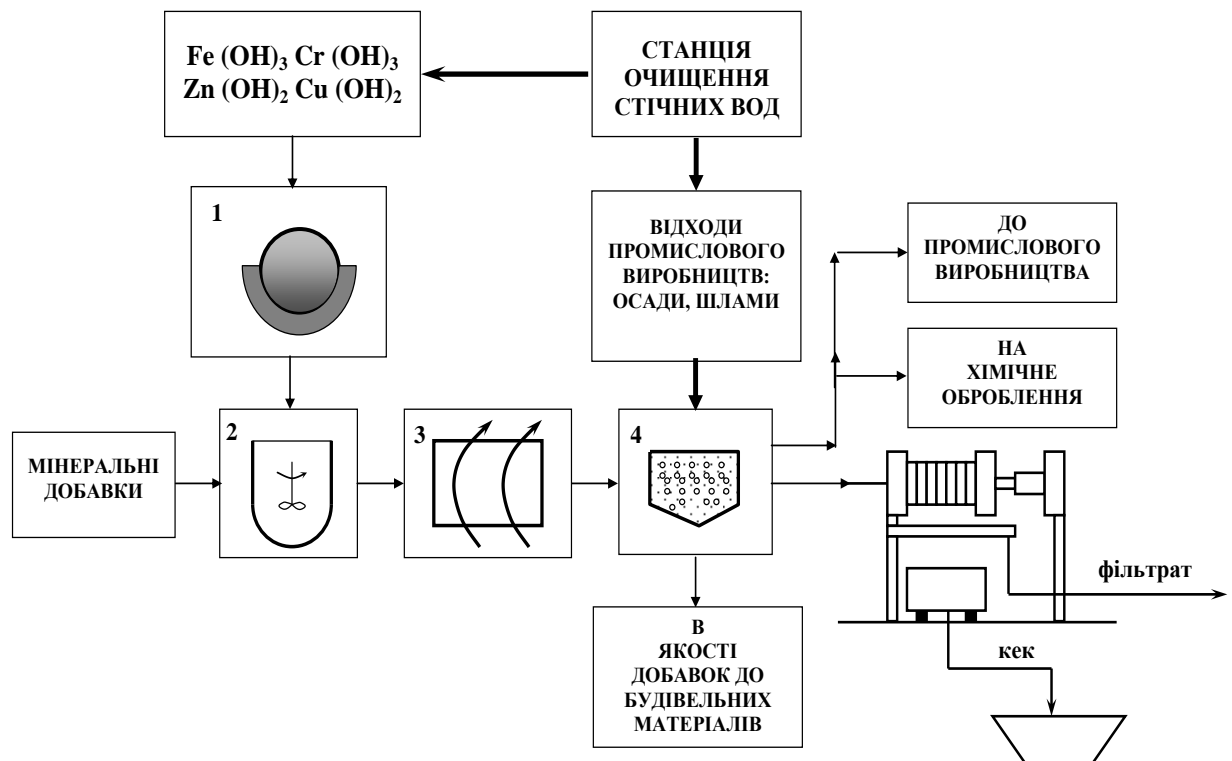


Рис. 5.1. Блок-схема складається з пристрою 1 для зневоднення осадів, камер реакції 2, змішування 3, сушіння 4 та блока 5 перероблення осадів.

Запропонований спосіб здійснюється таким чином.

Відходи гальванічного виробництва, вологістю 30-50 % та питомою ваги 800-2000 кг/м<sup>3</sup>, із вмістом гідроксидів важких металів у вигляді шламів накопичуються у збірнику відходів, в яких зібрано гідроксиди важких металів, солей важких металів тощо. Після оброблення стічних вод гальванічного виробництва вони спрямовуються до камери 1 зневоднення осадів, в камері реакції 2 розчин перемішується з додаванням мінеральних добавок, для досягнення однакового стану розчину його перемішують в камері 3, отриманий розчин в камері 4 остаточно видаляють вологу і надають відповідну форму відходам гальванічного виробництва, які пройшли оброблення.

В табл. 5.1 співвідношення отриманого осаду (у %) до питомої ваги (кг/м<sup>3</sup>) отриманих зразків будівельних матеріалів.

Таблиця 5.1 – Співвідношення отриманого осаду до питомої ваги отриманих зразків будівельних матеріалів.

Осад, %	47	58	88	48	34	44	42	35	35	34
Питома вага, кг/м <sup>3</sup>	1040	1730	1520	970	2040	1970	1940	2120	1940	2310
Осад, %	40	58	80	44	34	42	35	31	38	30
Питома вага, кг/м <sup>3</sup>	885	1641	1382	889	1920	1760	1570	1920	2020	1850

Згідно нового конструктивного виконання розробленої схеми (рис. 5.1) передбачено розділення відходів за їх якісною характеристикою на три види: до промислового виробництва, на хімічне оброблення та використання в якості добавок при виготовленні будівельних матеріалів, а також за рахунок використання фільтрпресу, забезпечується відповідна форма виробу для використання в будівельній галузі.

## **6. Технологічна схема утилізації осадів гальванічного виробництва промислових підприємств**

Система включає: пристрій 1 для зневоднення осадів, камери: реакції 2, змащування 3 та сушіння 4, блок 5 перероблення осадів, в камері сушіння 4 додатково встановлені пристрої для здійснення цього процесу у різний спосіб за рахунок: використання сонячної енергії 6, електричної енергії 7, енергії 8 спалювання відходів виробництва та блоку 9 енергії, що утворюється штучними обігрівачами [4].

Система включає: пристрій 1 для зневоднення осадів, камери: реакції 2, змащування 3 та сушіння 4, блок 5 перероблення осадів, в камері сушіння 4 додатково встановлені пристрої для здійснення цього процесу у різний спосіб за рахунок: використання сонячної енергії 6, електричної енергії 7, енергії 8 спалювання відходів виробництва та блоку 9 енергії, що утворюється штучними обігрівачами.

Система утилізації відходів гальванічного виробництва промислових підприємств працює наступним чином.

Рідкі відходи від систем оборотного водопостачання, окремих стадій підготовки водних ресурсів та очищення стічних вод спрямовуються на пристрій 1 зневоднення осадів, в якому видаляється надлишкова волога, в камері 2 реакції до зневоднених осадів додаються хімічні компоненти, що нейтралізують небезпечні речовини, в камері 3 перемішування механічними засобами ретельно переміщуються, а утворена однорідна маса потрапляє на блок 5 перероблення осадів, в камері сушіння 4 додатково встановлені пристрої для здійснення цього процесу у різний спосіб за рахунок: використання сонячної 6 енергії, електричної 7 енергії, енергії 8 спалювання відходів виробництва та блоку 9 енергії, що утворюється штучними обігрівачами.



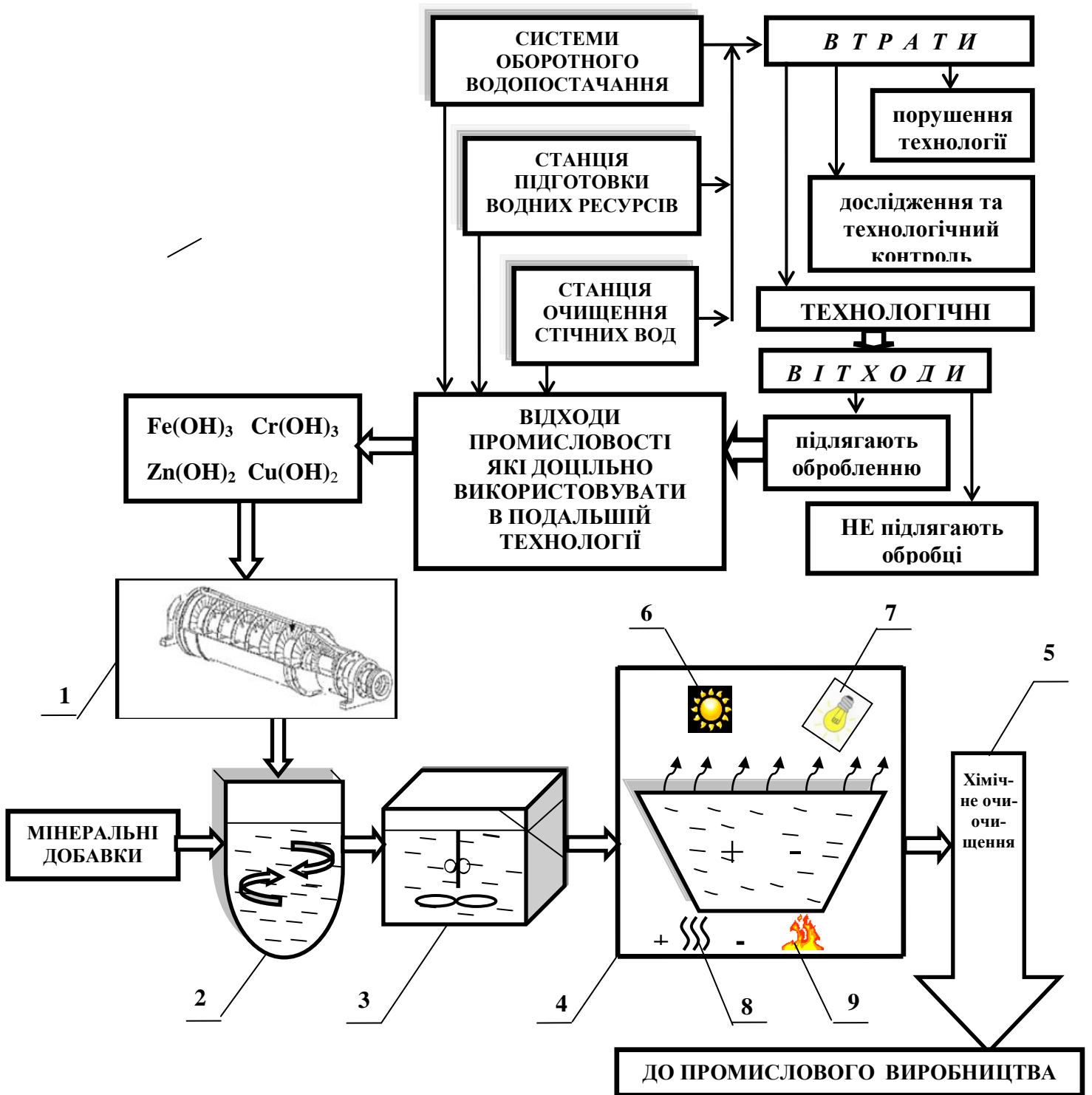


Рис. 6.1 Технологічна схема утилізації осадів гальванічного виробництва промислових підприємств: 1 – пристрій зневоднення осадів; 2 – камера реакції; 3 – камера змащування; 4 – камера сушіння; 5 – блок перероблення осадів; 6 – блок сонячної енергії; 7 – блок електричної енергії; 8 – блок енергії спалювання відходів виробництва; 9 – блоку енергії, що утворюється штучними обігрівачами.

Технічне рішення, яке дозволяє в одному блоці створити умови для сушіння різними видами енергії поширює функціональні можливості технологічного обладнання, регулюється температурний режим сушіння в широкому діапазоні. Для переважної більшості об'єктів сушіння забезпечуються достатні умови, щоб його отримати у товарному вигляді з подальшим використанням відповідно до технологічного процесу утилізації, подальшого перероблення або знешкодження екологічно небезпечних відходів виробництва.

Таким чином, розроблена система утилізації відходів стічних вод промислових підприємств, в порівнянні з існуючими технологічними рішеннями поширює функціональні можливості системи перероблення, підвищує ефективність і потужність її.

## 7.. Виготовлення вогнетривів на основі осаду, утвореного при обробленні стічних вод гальванічного виробництва

. В якості досліджуваного матеріалу вивчались рідкі відходи, шлами, осади, які утворюються від процесів оброблення стічних вод гальванічного виробництва. Основу осаду зеленого кольору складали гідроксиди важких металів хрому, заліза, цинку, кальцію (до 80%), зв'язані з кристалізаційною водою. Були також карбонати, сульфіти цих металів, мінеральні домішки та поверхнево-активні речовини з іншими органічними речовинами. Хімічний склад відходів гальванічного виробництва, який обрано в якості об'єкту досліджень, наведено в таблиці 7.1 [5].

Таблиця 7.1 – Хімічний склад досліджуваного осаду

Компоненти осаду	Cr(OH) <sub>3</sub>	Fe(OH) <sub>3</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>	Zn(OH) <sub>2</sub>	Мінеральні домішки	Органічні речовини
Вміст ваг.,%	53,6	3,2	10,0	14,1	10	9,1

Після зневоднення на фільтр-пресі до вологості 75...80%, осади спрямовуються до камери з нагрівачем, з додаванням розчинів концентрованих сірчаної і фосфорної кислоти. Кислоти вступають у реакцію з кристалізаційною водою, карбонатами, органічними речовинами, що містяться в осаді. При цьому, відбувається руйнування кристалізаційної структури осаду, органічних речовин, утворення полімерних сполук металів. Після цього відбувалась обробка отриманого розчину при 100°C протягом 60...90 хвилин. Утворювалась темно-зелена рідина великої в'язкості, щільністю 1,67 г/см<sup>3</sup>.

В подальшому використання 100 грамів електрокорунду ретельно перемішували з різною кількістю клею (40 г; 45 г; 50 г; 60 г; 70 г; 80 г) і закладали у спеціальні форми. Потім витримували при кімнатній температурі протягом 10 годин і висушували при температурі 180°C у сушильній шафі протягом, не менш ніж, 2 годин, потім наступної години прожарювали зразки при температурі 300°C. На заключному етапі виготовлені зразки випробовували на міцність.

Таблиця 7.2 – Випробування зразків на міцність з сухим і вологим електрокорундом

Склад зразка	Площа поперечного перетину, м <sup>2</sup>	Навантаження, що витримується, кг	Напруга, МПа
40 г клея+100 г електрокорунду			
Сухий електрокорунд	3,8 x 3,7 0,0014	1400	10
Вологий електрокорунд	3,9 x 3,8 0,0015	950	6,3
45 г клея+100 г електрокорунду			
Сухий електрокорунд	0,0014	1520	10,9
Вологий електрокорунд	0,0015	1070	7,1
50 г клея+100 г електрокорунду			
Сухий електрокорунд	0,0018	1450	8,1
Вологий електрокорунд	0,0016	930	5,8
60 г клея+100 г електрокорунду			
Сухий електрокорунд	0,0016	850	5,8
Вологий електрокорунд	0,0016	400	2,4
70 г клея+100 г електрокорунду			
Сухий електрокорунд	0,0016	450	2,8
Вологий електрокорунд	0,0015	220	1,4
80 г клея+100 г електрокорунду			
Сухий електрокорунд	0,0014	360	2,6
Вологий електрокорунд			

Наступною метою дослідження було випробування отриманих зразків на водостійкість, кислотостійкість і обробка зразків розчином цементу.

Для експерименту були взяті зразки виготовлені з сухим електрокорундом. Зразки були витримані протягом доби в нейтральному, кислому і лужному середовищах, після чого визначили концентрацію  $Cr^{3+}$  в розчинах, потім концентрацію хрому вимірювали через 6 діб. Результати дослідів представлені в таблиці. Об'єм розчину становив 200 мл, вага зразка до 20 грамів. Показник рН зразків вимірювали через 20 хвилин безперервного перемішування при кімнатній температурі, потім рН середовища стабілізувався.

Таблиця 7.3 – Зміна середовища при витримці зразка в різних середовищах протягом доби

Склад зразка	H <sub>2</sub> O дист. ΔрН	[Cr <sup>3+</sup> ], мг/л після доби	Розчин цементу Δ рН	[Cr <sup>3+</sup> ], мг/л після доби	Розчин цементу, подвійна обробка	[Cr <sup>3+</sup> ], мг/л після доби
40 г клею + 100 г сухого електрокорунду	3,08	0,1	0	0,05	0,05	0,3
45 г клею + 100 г сухого електрокорунду	0,5	1	0,4	0,1	0,4	0,8
50 г клею + 100 г сухого електрокорунду	3,7	0,5	0,4	0,1	0,5	0,83
60 г клею + 100 г сухого електрокорунду	3,85	-	0,35		0,4	-

На рис.1 наведено зміну концентрації хрому при обробці зразків кислих, нейтральних, лужних розчинів протягом 1 доби.

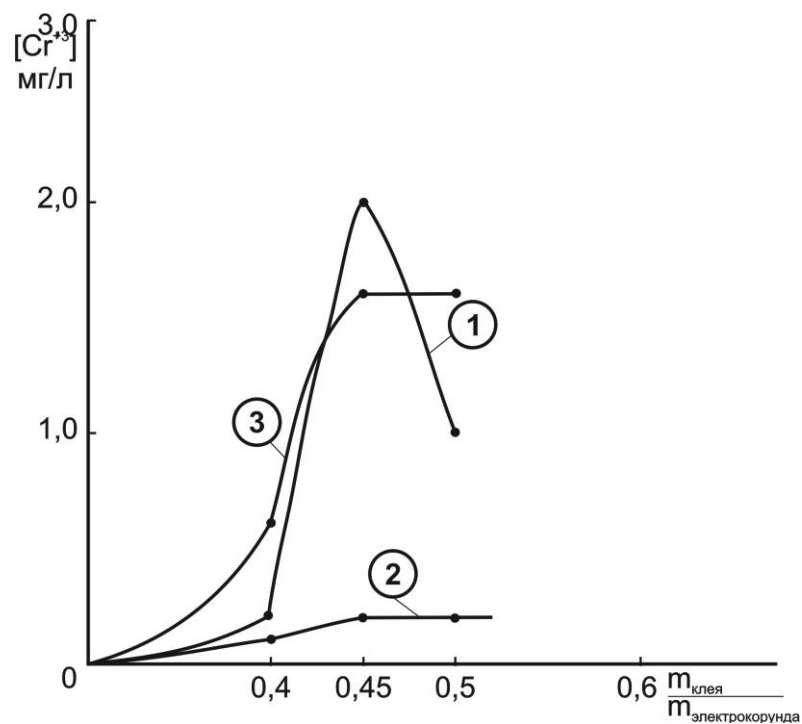
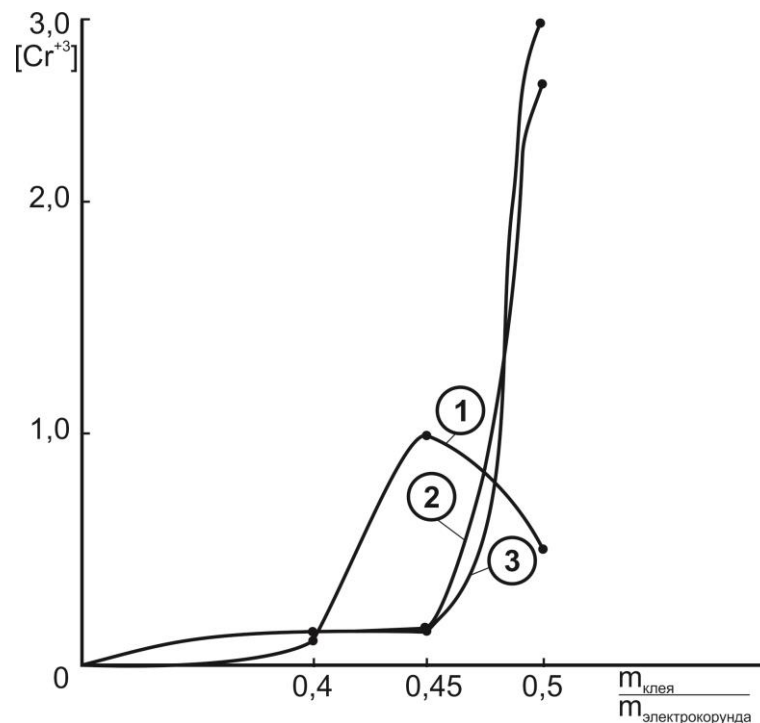


Рис. 7.1. Зміна концентрації хрому при обробці зразків кислим, нейтральним, лужним розчином протягом 1 доби

В результаті дослідів спостерігаємо значну зміну рН у нейтральному середовищі, в лужному середовищі максимальна зміна рН дорівнює 0,5, що в 7 разів менше, ніж у нейтральному середовищі. У кислому середовищі рН практично не змінюється, максимальне  $\Delta\text{pH} = 0,15$ .

Надлишок сульфатів-іонів  $\text{SO}_4^{2-}$  на поверхні зразка реагує з іонами  $\text{Ca}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{CaSO}_4\downarrow$

Також спостерігається виділення заліза на поверхні зразків. Вміст хрому в розчинах після 1 доби невелике, причому із збільшенням співвідношення маси клею до маси електрокорунду концентрація хрому зростає, крім того висока пористість матеріалу сприяє проникненню води всередину зразка, насичуючи іонами  $\text{Cr}^{3+}$  розчин, починаючи з  $m$  клею /  $m$  електрокорунду дорівнює 0,45. Це показано на графіку залежності концентрації хрому (III) від співвідношення  $m$  клею до маси електрокорунду при обробці зразка протягом не менш ніж 6 діб (рис. 7.2).



.Рис. 7.2 Залежність концентрації хрому (III) від співвідношення маси клею до маси електрокорунду при витримці зразків в різних середовищах на протязі 6 діб.

Якщо відношення:  $m$  клею /  $m$  електрокорунду має значення  $\leq 0,45$ , то зміст  $[Cr^{3+}]$  змінюється на 0,01 мг/л, при співвідношенні  $m$  клею /  $m$  електрокорунду, коли значення  $\geq 0,45$  різко зростає, що наочно підтверджується на графіку. Отже оптимальним складом для виготовлення міцних і водостійких зразків є склад 40 г клею (з  $H_2SO_4$  із гідроксидів важких металів) + 100 г електрокорунду.

Отже оптимальним складом для виготовлення міцних і водостійких зразків є склад 40 г клею (з гідроксидів важких металів) + 100 г електрокорунду.

Для підпорядкованого проведення експериментальних досліджень пропонується наступна послідовність технологічних операцій отримання вогнетривів на основі неорганічного клею як продукту реакції шламів гальванічних цехів з сірчаною та фосфорною кислотами та електрокорунду (рис. 7.3).

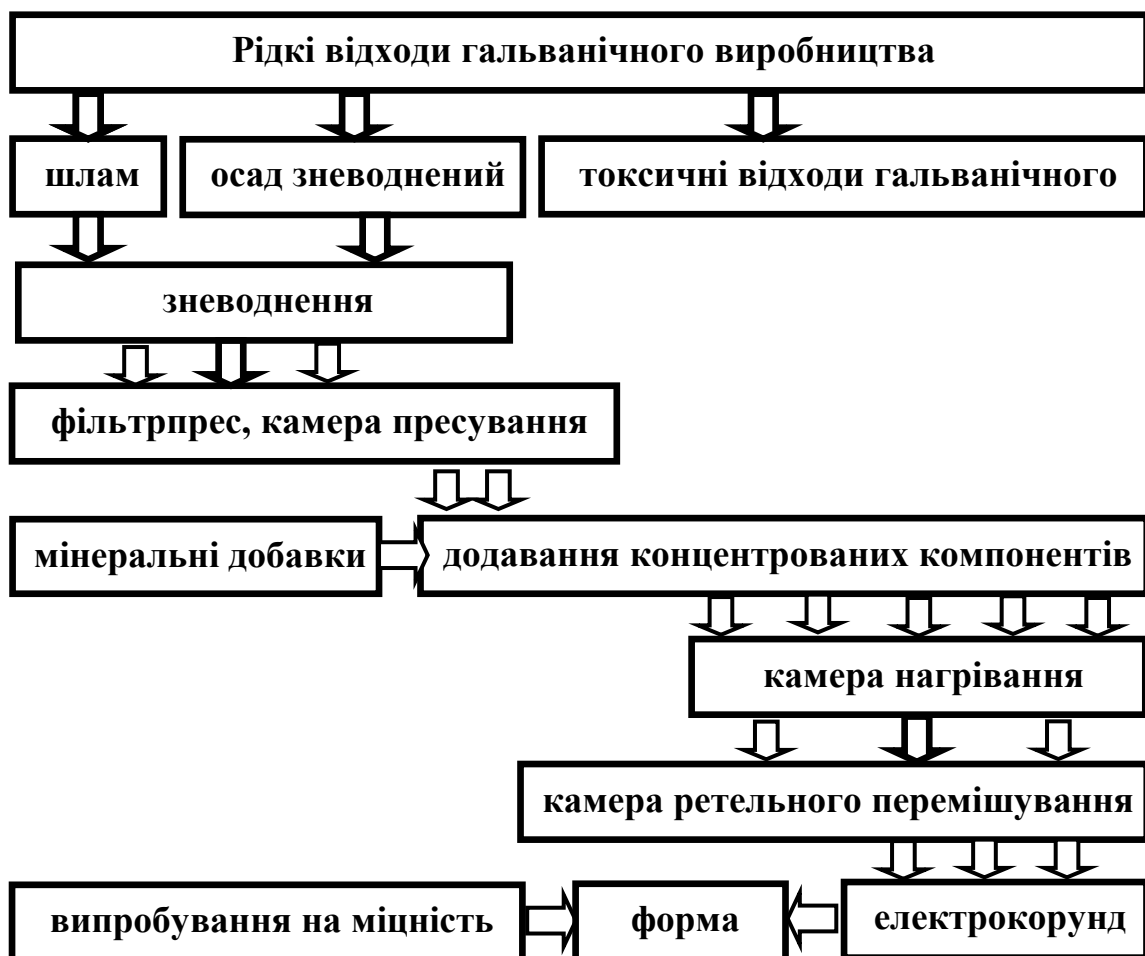


Рис. 7.3 – Блок-схема утилізації осадів, які утворюються при обробленні стічних вод гальванічного виробництва

Спосіб утилізації осадів стічних вод гальванічного виробництва у якому осади зневоднюються, нагріваються, з додаванням розчинів кислот, ретельно перемішують з додаванням розчину неорганічних матеріалів і мінеральні добавки, формують, знову сушать і проводять випробування зразків на міцність (рис. 3).

### **Висновки та пропозиції.**

1. Встановлено, що використання певних реагентів можливо при різному їх поєднанні при дотриманні порядку їх введення, кількісного співвідношення з урахуванням специфіки виробництва та умов утворення стічних вод. Однак, необхідно дотримуватися часу і порядку введення хімічних компонентів, починаючи з мінімального рівня і дотримуючись діапазону кожного компонента.

2. Хімічні компоненти, що використовуються в певному співвідношенні до шестивалентного хрому, забезпечують ефективно (на рівні 99,0-99,5%) оброблення стічних вод з високими початковими концентраціями (хрому (VI) в межах 300 - 350 г/дм<sup>3</sup>; міді в межах (II) 100 - 150 г/дм<sup>3</sup>; заліза (III) в межах 180 - 200 г/дм<sup>3</sup>; хрому (III) в межах 80 - 100 г/дм<sup>3</sup>) та ін. забруднювачів.

3. За результатами проведених досліджень, спрямованих на забезпечення екологічної безпеки утилізації осадів, які утворюються при обробленні стічних вод гальванічного виробництва, запропоновано блок-схему, в якій поетапно наведено технологічні операції отримання вогнетривів на основі неорганічного клею як продукту реакції шламів гальванічних цехів з сірчаною та фосфорною кислотами та електрокорунду.

4. Компоненти осаду який досліджувався, містить вагову частину (у %), становить наступні значення: Cr(OH)<sub>3</sub> - 53,6, Fe(OH)<sub>3</sub> - 3,2; Ca(OH)<sub>2</sub> - 10,0; Zn(OH)<sub>2</sub> - 14,1; мінеральні домішки – 10 і органічні речовини – 9,1, що утворився при обробленні стічних вод гальванічного виробництва.



5. Випробування зразків на міцність з сухим і вологим електрокорундом проведено для площі поперечного перерізу зразків 3,8 x 3,7 см (0,0014 м<sup>3</sup>) при їх витримці в різних середовищах на протязі не менше 6 діб.

6. Оптимізовано кількісний склад для виготовлення міцних і водостійких зразків, який становить кількість 40 г клею (з гідроксидів важких металів) + 100 г електрокорунду, розчин цементу Δ рН знаходився в діапазоні до 0,35-0,4,

**Автори розробок:**

1. Завідувач кафедри «Геоєкологія та землеустрій» Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного, доцент., к.т.н.

Мовчан С. І.<sup>1</sup>, к.т.н., доц.,

ORCID: 0000-0001-8665-482X

E-mail: [msi.movchan@gmail.com](mailto:msi.movchan@gmail.com)

2. Доцент кафедри «Геоєкологія та землеустрій» Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного, к.т.н.

Чернишова Л.М.<sup>1</sup>, к.т.н., доц..

ORCID: 0000-0001-7593-369X

E-mail: [liudmyla.chernyshova@tsatu.edu.ua](mailto:liudmyla.chernyshova@tsatu.edu.ua)

**Адреса для спілкування:** Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, пр. Б. Хмельницького, 18, м. Мелітополь, Запорізької обл. Україна, 72310 тел. (0619) 42 – 25 – 85 – каф. «Електрифіковані технології і теплові процеси».

Телефон / факс (0619) 42 – 06 - 18, факс (0619) 42 – 24 - 11,

e - mail: [office @ tsaa.org.ua](mailto:office@tsaa.org.ua)