Форма № Н-9.02.1

СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

імені Володимира Даля

Факультет \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_інженерії\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_

 (повне найменування факультету)

Кафедра\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_хімічної інженерії та екології\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

 (повна назва кафедри)

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**

до дипломного проекту (роботи)

освітнього ступеня \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_бакалавр\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

 (бакалавр, магістр)

спеціальності 6.040106 – Екологія, охорона навколишнього середовища

та збалансоване природокористування

(шифр і назва спеціальності)

спеціалізація 101.1 Екологія, охорона навколишнього середовища

та збалансоване природокористування

на тему: Очистка Zn2+- вмісних промислових стічних вод

Виконав: здобувач вищої освіти групи ПЕО-14Д

 Борщова І. О. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

 (прізвище та ініціали) (підпис)

Керівник проекту професор Суворін О. В. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

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

Завідувач кафедри Суворін О. В. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

 (прізвище та ініціали) (підпис)

Рецензент Мохонько В. І. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали) (підпис)

 Сєвєродонецьк – 2018

1 ОСОБЛИВОСТІ ПРОМИСЛОВИХ СТІЧНИХ ВОД

* 1. Класифікація стічних вод, що відводяться від промислових підприємств

Стічні води - це використані промисловими й комунальними підприємствами води, що забруднені різними домішками. Стічні води підприємств різних галузей виробництва відрізняються за характером і концентрацією забруднень.

Стічні води, що відводяться з території промислових підприємств (ПП), за складом розділяють на три види:

- виробничі, які утворюються в процесі виробництва різних виробів, продуктів, матеріалів (технологічні розчини, що відпрацювали, промивні води, води від охолодження);

- шахтні і кар'єрні води;

- води від хімводоочистки (ХВО);

- води від миття устаткування й виробничих приміщень, води від збагачувальних фабрик, а також від очистки та охолодження газоподібних відходів, очистки твердих відходів і їх транспортування тощо);

- побутові – стічні води від санітарних вузлів виробничих корпусів і будинків, а також від душових установок, наявних на території ПП.

Відповідно до цього розподілу на ПП існують три колектори для відводу:

* + - виробничо-технологічних стічних вод, тобто використаних у

 технологічному процесі або що утворюються при видобутку корисних

 копалин (вугілля, руди, нафти), технологічних процесах їх переробки на

 металургійних підприємствах і одержанні готового продукту;

* + - побутових стічних вод;
		- промлівневі стоки з території ПП, що утворюється з дощових і талих

 вод.

Побутова каналізація ПП підключається до загальноміської. Таким чином, водовідведення ПП розглядається в основному відносно до виробничих стічних вод і поверхневого стоку з території ПП.

* 1. Джерела утворення стічних вод, що містять важкі метали

 До «важких» металів ( ВМ ) відносять більше 40 хімічних елементів періодичній системи з атомними масами понад 50 а. е. м. іноді ВМ називають елементи, які перевищує 5 г/см³. ( крім благородних і рідкісних). Обидва визначення умовні і переліки ВМ за цими формальними ознаками не збігаються [2].

 Група елементів, що позначаються ВМ, активно беруть участь в биологічних процесах, багато з них входять до складу ферментів. Набір, «важких металів» багато в чому збігається з переліком « мікроелементів ». Під мікроелементами маються на увазі такі хімічні елементи, облігатні (обов'язкові) для рослинних і живих організмів. Також їх називають «слідові», «малі», «рідкі», «розсіяні». Більшість мікроелементів виконує в живих організмах функції ініціаторів і активаторів біохімічних процесів. У число мікроелементів входять і багато неметали.

 До числа важких металів відносять: Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, Ge, Mo, Cd, Sn, Sb, Te, W, Hg, Tl, Pb, Bi.

Надходження важких металів у біосферу внаслідок техногенного розсіювання здійснюється різноманітними шляхами і всіма видами господарської діяльності [3].

 За домінуванням особливо токсичних елементів в забруднювачі, антропогенні джерела можна охарактеризувати наступним чином [4]:

* спалювання вугілля - Se, As, Zn, Hg, V;
* лакофарбова промисловість - Cu, Se, Sb, Sr, Zn, Cd, Hg, Al, Sn, Pb, V,

 Cr, Mo, W, Co;

* установка гальванічного виробництва - Cu, Ag, Zn, Cd, Hg, Al, Sn, Pb,

 Bi, Cr, Ni;

* виробництво поліграфіі - Se, As, Zn, Hg, Pb, V, Co, Ni;
* виробництво акумуляторів - Cu, Ag, Sr, Zn, Cd, Hg, Sn, Pb, Bi, Ni, Zi;
* виробництво скла - Se, As, Sb, Ag, Zn, Cd, Al, Pb, V, Sr, Co;
* побутове сміття і господарсько-побутові стічні води - Cu, Ag, Zn, Cd,

 Hg, Sn, Pb, Si, Cr, Mo;

* хімічна обробка рослин - As, Cu, Zn, Pb, Co, Hg, F, B, Sn, Bi.

 Викид пилу від таких підприємств поширюється в атмосфері в радіусі 10 - 40 км від джерела забруднення, осідаючи на рослинах, водоймах і грунту, проникаючи вглиб грунту на 10-15 см. Тому сільськогосподарські культури, які ростуть в промислових регіонах, накопичують ВМ таких викидів (Ni, Co, Cu, Mo, Pb, Zn) в 1,5 - 2 рази вище гранично допустимих рівнів.

* 1. Гальванічне виробництво

 Гальванотехніка - процес отримання на поверхні виробу або основи (форми) шарів металів з розчинів їх солей під дією постійного електричного струму. Є одним з найбільших споживачів води, а його стічні води - одним з найбільш токсичних і шкідливих [5].

 Гальванічне виробництво є одним з великих споживачів кольорових металів і досить дорогих хімікатів. Найбільш поширені процеси - цинкування, нікелювання, хромування, міднення, кадміювання, сріблення, золочення. Важкі кольорові метали витягуються у вигляді феритів. Найбільш ефективне витяг цинку спостерігається при pH вихідних стоків 2,5 - 2,7, причому цинк витягуються лише при низьких концентраціях: до 50 мг / л. Кінцева концентрація іонів важких металів - 0,1 - 1,0 мг / л.

Цинкування застосовують для виготовлення труб для харчових і питних цілей. Деталі з металів, що підлягають гальванізації, лакування, емалюванню покриттю іншими матеріалами (забарвленням, порошковими фарбами), необхідно попередньо очистити і знежирити (від бруду, мастил, пігментних плям, полірувальних і шліфувальних паст, оксидів і ін). Таким чином, всі гальваноопераціі ділять на три групи, що відповідають трьом видам стоків (табл. 1.1):

1. Операції, при яких утворюються розчини або промивні води, що

 містять ціанисті сполуки.

1. Операції, при яких утворюються розчини або промивні води, що

 містять хромисті з'єднання.

1. Операції, при яких утворюються розчини і промивні води (що мають

 переважно кислу реакцію) без вмісту ціанисті і хромисті з'єднання після допоміжних робіт (знежирення, травлення).

Таблиця 1.1 Середні показники стічних вод в гальванічних цехах

|  |  |
| --- | --- |
| Показник |  Масова концентрація стічних вод, л / г |
| ціаністих | хромових | Кислих або основних |
| рН середовища |  7 - 9,5 | 3 - 6 | 5 - 11 |
| Суспензія, г / л | 0,1 - 0,4 | 0,05 - 0,2 | 0,3 - 3,5 |
| Сухий залишок, г / л | 0,5 - 1,2 | 0,3 - 0,8 | 0,6 - 3,6 |
| Хлориди, г / л | < 0,05 | < 0,05 | 0,1 - 0,7 |
| Сульфати, г / л | < 0,1 | 0,5 - 0,2 | 0,1 - 0,8 |
| Важкі метали, г / л | 0,005 - 0,08 | 0,05 - 0,1 | 0,01 - 0,2 |

Економне водоспоживання може бути також здійснено шляхом зменшення концентрації шкідливих речовин в стічних водах:

* зниженням виносу електроліту з основної ванни за допомогою

 технологічних заходів;

* застосуванням непроточних ванн уловлювання, розчин яких після досягнення
* граничних концентрацій повертається в основну технологичну ванну для

 заповнення втрат виносу і випаровування;

* регенерація електролітів і відпрацьованих розчинів, що виключає скидання великих кількостей цінних речовин;
* підбором нових складів електролітів, що містять менше конценції або менш шкідливі речовини.

 В даний час на машинобудування витрачається приблизно 10% [6] свіжої води, споживаної всією промисловістю України, і з цього близько 50% йде на промивку деталей після гальванічного обралення. На 1 м2 гальванопокриття потрібно - 0,5 - 1,0 м3 демінералізованного води.

* 1. Стічні води лакофарбової промисловості

 До цих підприємств відносяться заводи і цехи по виробництву свинцевих і цинкових кронів, милори, глету і сурику, червоних і жовтих залізоокисних пігментів, двоокису титану [7].

Цинкові крони - продукт взаємодії суспензії цинкових білин і розчину хромового ангідриду.

Цинкові крони:

* періодичний метод виробництва (забруднені – 95 м3 на 1 т води,

 незабруднені – 45 м3 на 1 т води);

* безперервний метод виробництва (забруднені - , незабруднені - 2 м3 на 1

 т води).

На заводах пігментної промисловості влаштовують три роздільні мережі водовідведення:

* забруднених кислих стічних вод;
* незабруднених виробничих і дощових стоків;
* побутових стічних вод.

 Стічні води заводів по обробці кольорових металів. Існують заводи первинної і вторинної обробки кольорових металів. Заводи первинної обробки (прокатні, волочильні, пресові) виробляють прокат плоского і круглого формату з важких кольорових металів, складних сплавів і прокат алюмінієвої фольги. Заводи вторинної обробки (ливарні) виробляють в основному лиття алюмініве і бронзо латуне.

 На заводах з обробки кольорових металів утворюються:

 а) забруднені стічні води від промивання металу після протруєння його в

 травильних розчинах, від періодичних скидів відпрацьованих масляних

 емульсій, від гідрозбиву окалини та інших технологічних операцій;

 б) незабруднені стічні води від охолодження технологічної аппаратури і

 силових агрегатів в машиних залах прокатних цехів.

Незабруднені стічні води використовуються в оборотних циклах водопостачання заводів.

Орієнтовна кількість стічних вод наведено в табл. 1.2. Часовий коефіцієнт нерівномірності припливу стічних вод знаходиться в межах 1 - 2, добовий 1,3 - 2,6.

Таблиця 1.2 - Кількість стічних вод заводів по обробці кольорових металів

|  |  |
| --- | --- |
| Продукція | Питома кількість стічних вод в м3 на 1 т продукції |
| Заводи первинної обробки: | забруднених | незабруднених |
| плоский прокат | 184 | 490 |
| круглий прокат з важких кольорових металів | 83 | 320 |
| плоский прокат з складних сплавів | 134 | 1300 |
| алюмінієве литво | 96 | 235 |
| Заводи вторинної обробки: |  |
| алюмінієва фольга | 0,7 | 17 |
| бронзо-латуне лиття | 6 | 19 |

Забруднені стічні води заводів обох видів містять в основному мінеральні домішки різних важких металів (мідь, цинк, нікель), сірчану і азотну кислоти, масляні емульсії.

 Концентрація цинка в відпрацьованих травильних розчинах 35 – 50 г/л, промивні води 0,2 – 4.7 г/л, орієнтовний склад стічних вод. Більш точний склад стічних вод приймають за даними технологів заводів.

1.5 Класифікація методів очищення промислових стічних вод

 Основними критеріями при виборі технології очищення стічних вод промислових підприємств є склад води, а саме наявність у ній тих або інших забруднювачів [8]. Відповідно до складу води, витрати, площі підприємства проектуються локальні й загальні системи очищення стічних вод промислових підприємств. Одним з основних видів забруднень виробничих стічних вод є нерозчинні (легкі й важкі) мінеральні і органічні домішки, концентрація яких коливається в широких межах. У зв'язку з опублікуванням в 1957 р «Тимчасових правил скидання стічних вод в рибогосподарські водойми», в яких допустима концентрація цинку після змішування промислових стічних вод з водами водойм була встановлена в 0,01 мг/л, замість 5,0 мг/л, раніше допускалися нормами Держсанінспекцією, виникла необхідність розробити метод глибокого очищення стічних вод від цинку. Очищення стічних вод від іонів цинку проводиться також шляхом обробки їх вапняним молоком до pH, рівного 9 - 10. При цьому цинк випадає в осад у вигляді гідроксиду, яка при подальшому підвищенні pH може частково розчинятися, даючи цинкати. При початковому вмісті цинку в стічної рідини до 350 мг/л він витягується цілком. Обмінна здатність фільтрів дорівнює 7%.

Стічні води, що містять сполуки ціану (ціаніди) і шестивалентного хрому, відносяться до числа найбільш отруйних виробничих стоків, очищення яких приділяється особлива увага [9].

 При високих концентраціях цих речовин ефект зниження менше, ніж при малих. За даними досліджень стічних вод, навіть після механічної та біологічної очистки в 90% випадків в стічних водах містились шкідливі неорганічні сполуки в підвищених концентраціях. На деяких комунальних спорудах по очищенню стічних вод, незважаючи на вживані відстійники, центрифуги, мембранні фільтри і аеротенки, повне очищення від металів виявити неможливою, а зміст деяких металів, наприклад кадмію, цинку, ртуті. У побутових стоках навіть після доочистки на швидких фільтрах вміст металів знижувався незначно.

 Для очищення стічних вод промислових підприємств застосовують:

* хімічні (нейтралізація, коагуляція, флокуляція);
* фізико-хімічні (флотація, сорбція, екстракція, евапорація, а також

 електрохімічні методи), пов'язані з накладенням електричного поля;

* електрокоагуляція, електрофлотація;
* комбіновані.

 Залежно від вимог до якості очищеної води застосовують різні очисні споруди:

* ґрати та сітки, призначені для затримки крупних домішок, що

 рухаються по каналу (проціджування);

* піскоуловлювачі - для виділення важких мінеральних домішок,

 головним чином, піску;

* відстійники та фільтри - для затримки більш дрібних у воді домішок;
* гідроциклони та осаджувальні центрифуги.

 Виробничі стічні води поділяють на дві основні категорії: забруднені і незабруднені («умовно чисті»). На промислових підприємствах значну частину води (на окремих виробництвах до 70 – 90%) витрачають на охолодження устаткування, готової продукції тощо. Ця вода практично не забруднюється, а лише нагрівається. Отже, до промислових стічних вод відносять : умовно чисті - утворюються від холодильних компресорних, теплообмінних апаратів, від охолодження основного виробничого обладнання, продуктів виробництва. Ці води мають високу температуру.

Після охолодження їх зазвичай використовують повторно [10]:

* хімічно забруднені стічні води;
* поверхневі стічні води, що збираються на території підприємств.

1.6 Хімічні методи очистки від Zn2+- вмісних промислових стічних вод

 Хімічні методи складаються з двох: нейтралізації і окислення [11]. Цей метод застосовується як: самостійний в поєднанні з механічним і іншими методами:

* попередній метод перед фізико - хімічної або біологічним очищенням;
* метод глибокого очищення виробничих стічних вод з метою дезінфекції,

 знебарвлення або вилучення з них різних компонентів.

 Хімічно забруднені стічні води, в свою чергу, поділяють на:

* органічно забруднені (підприємства м’ясної, харчової, целюлозно -

 паперової, хімічної промисловості, заводи з виробництва пластмас,

 каучуку);

* забруднені переважно мінеральними домішками (підприємства

 металургійної, машинобудівної, рудо - й вуглевидобувної промисловості,

 заводи з виробництва мінеральних добрив, кислот, будівельних

 матеріалів);

* забруднені мінеральними і органічними домішками (підприємства

 нафтовидобувної, нафтопереробної, нафтохімічної, текстильної, легкої,

 фармацевтичної промисловості; заводи з виробництва консервів, цукру,

 та ін.);

* води, що мають специфічні забруднення, можуть негативно впливати на

 умови експлуатації каналізаційної мережі очисних споруд.

 При надходженні специфічних забруднень промислових стічних вод у поверхневі водойми може порушуватися режим їх водокористування.Для об'єктивної оцінки якості води проводиться класифікація показників за характером впливу забруднюючих речовин. На основі запропонованої класифікації виділяються п'ять груп, що включають наступні показники:

* група якості (запах, колір, температура, кількість зважених частинок);
* наявність органічних речовин (біохімічне споживання кисню (ВПК),

 водневий показник (pH), розчинений у воді кисень, хімічне споживання

 кисню або бихроматная окислюваність (ГПК), фосфати, нітрати);

* присутність санітарно-токсичних речовин (хлориди, сульфати, Са, Mg,

 Na);

* наявність мікробіологічних речовин (колі-індекс і ін);
* присутність токсичних речовин.

 Для розробки раціональної схеми водовідведення і оцінки можливості повторного використання виробничих стічних вод визнають їх склад і режим водовідведення. При цьому аналізують фізико - хімічні показники стічних вод і режим надходження в каналізаційну мережу не тільки загального стоку промислового підприємства, але й стічних вод від окремих цехів. Під час аналізу стічних вод визначають: вміст компонентів, специфічних для даного виду виробництва (фенолів, нафтопродуктів, поверхнево - активних, радіоактивних, вибухонебезпечних речовин), загальну кількість органічних речовин, що виражається величинами БПКповн і ХПК; активну реакцію; інтенсивність забарвлення; ступінь мінералізації. Необхідно встановити такі параметри, як кінетика осідання або спливання механічних домішок та ін. Ці дані дозволяють вибрати найбільш доцільний і економічно обґрунтований метод очистки стічних вод для певного підприємства.

Для відпрацьованого цинковмістного розчину, був запропанован метод осадження. Розчин лужного цинкування з вмістом окису цинка більше 17 г/л або відпрацьований розчин цинкатной обробки зливається в ємність на 1/3 її об'єму і реагентним методом проводиться осадження з’єднань окису цинку [12]. Освітлена частина розчину з концентрацією іонів цинку не більше 50 мг/л зливається на очисні споруди для нейтралізації до встановленої величини гранично допустимої концентрації цинку. Окремий осад викладається на піддон, висихає і може бути використаний для приготування білин або фарб інших кольорів.

Перевага:

* витягується окис цинку з відпрацьованих цинко вмісних розчинів;
* зменшується витрата реагентів на нейтралізацію стічних вод в

 результаті зниження концентрації в них іонів цинку з 17 - 20 г/л до 50 мг/л;

* знижується обсяг утворюється шламу.

 Утилізація відходів промислових виробництв - проблема нашого часу як з екологічної, так і економічної точки зору [13]. Сьогодні, в технологічних процесах ряду хімічних виробництв (виробництво віскозного волокна, виробництво іонообмінних смол і ін.) в якості каталізатора рідко фазних процесів використовуються солі цинку. Після відділення твердого кінцевого продукту відстоювання, в рідкій фазі залишаються розчинні солі цинку в іонної формі, які надходять зі стічними водами промислових підприємств в поверхневі водойми.

 За своїм впливом на водні екосистеми цинк відноситься до класу важких металів, яким властива висока токсичність для живих організмів в відносно низьких концентраціях, а також здатність до біоакумуляції. З'єднання цинку токсичні насамперед для водних екосистем, тому їх виділяють із стічних вод перед скиданням у водойми.

 Незважаючи на те, що технологічні схеми виділення цинку з стічних вод різні, їх об'єднує те обставина, що вони обробляються лужним реагентом, що створює з іоном цинку нерозчинний з'єднання. Таким реагентом може бути лугу - NaOH або Са(ОН)2, карбонат натрію Na2CO3. В результаті хімічної реакції відбувається утворення твердих сполук цинку - гідроксиду або карбонату цинку. Такий осад відокремлюють від водної фази або фільтрації, або відстоювання.

 У першому випадку отримують твердий осад, який прямує в шламо- накопичувач, так як містить цілу гаму домішок, через які стає недоцільним подальше його утилізація, як вторинної цінковмісної сировини у відповідних виробництві.

 Якщо ж осад гідроксиду або карбонату цинку відокремлюють від рідкої фази відстоювання, то стічну воду, що містить тверду фазу, направляють в ставок - накопичувач, де відбувається гравітаційне осадження зважених часток. Найчастіше так чинять при використанні вапняного молока - гідроксиду кальцію - для виділення іонів цинку в твердому вигляді, як найбільш дешевого і поширеного лужного реагенту.

 Сьогодні питання кваліфікованого використання цінковмісних відходів в нашій країні набуває більшої актуальності. Одним з відомих і традиційних напрямків рішень цього питання є отримання оксиду цинку з цінковмісних відходів, які направляються в шламо - накопичувач, з подальшим впровадженням його в якості білого пігменту в лакофарбової промисловості. Такий напрям вимагає спочатку отримання гідроксиду або карбонату цинку високого ступеня чистоти, а потім переведення їх в оксидну форму.

 Однак, для досягнення високої чистоти, вихідний продукт необхідно піддати ретельному очищенню від містяться домішок. Ця умова є необхідною для отримання оксиду цинку необхідної якості. Виконання його ускладнюється тією обставиною, що склад домішок в цінковмісних відходах різний і визначається специфікою виробництва, технологією перекладу іонів цинку в нерозчинну форму і умовами зберігання відходу.

 Цінковмісний відхід, являє собою пастоподібний, трохи липкий порошок брудно - сірого кольору, а не розчинний у воді. Який утворюється у виробництві іонообмінних. При отриманні АВ – 17 - 8 в якості каталізатора реакції хлорметілування, сополимера стиролу і дивинилбензола використовується хлористий цинк, який розчиняється в хлорметілуванному реагенті – монохлордиметилові ефіри. Після завершення реакції гранули хлорметілуванного сополимера стиролу і дивинилбензола відокремлюються від рідкої фази фільтруванням в друк - фільтрі і промиваються метілалем.

 Маточник і першу метілальну промивку направляють на переробку, яка полягає в отгонке органічних продуктів, упарюванні кубової рідини і її нейтралізації розчином кальцинованої соди. В результаті утворюється суспензія карбонату цинку, яка прямує у відстійник. Освітлена рідина з відстійника прямує на біологічні очисні споруди. Осад зневоднюється на фільтрі і прямує в шламо накопичувач. В результаті утворюється твердий відхід, що містить 250 - 300 кг карбонату цинку на 1 т готової продукції [14].

 Представлений метод утилізації, пов'язаний з отриманням кольорового пігменту, який виключає необхідність ретельного очищення сполук цинку від продуктів, що забарвлюють оксид цинку [15]. Суть методу полягає в отриманні з цінковмісного відходу цинкового крона - синтетичного неорганічного пігменту жовтого кольору з різним вмістом оксиду цинку, оксиду калію, оксиду хрому [16].

 У промисловості сировиною для його виробництва є біхромат калію (при отриманні малярного крона) або хромового ангідриду (при отриманні грунтовки крону) і оксид цинку [17].

Зразкові формули:

* хромата цинку і калію (малярський цинковий крон)
* K2CrO4 ∙ 3ZnCrO4 ∙ Zn(OH)2 ∙ 2H2O
* тетраоксихромат цинку (грунтовки цинковий крон) - ZnCrO4 ∙ 4Zn(OH) 2
* тріоксіхромата цинку (грунтовки цинковий крон) - ZnCrO4 ∙ 3Zn(OH) 2.

 Хромат цинку і калію застосовується для виготовлення емалей і художніх фарб. Тріоксіхромат і тетраоксихромат цинку - для виготовлення протикорозійних грунтовок. Важливо відзначити, що, використовуючи представлену технологію, можливо отримання будь - якого з названих цинкових кронів.

 Економічна ефективність утилізації цінковмісного відходу полягає в його використанні для отримання товарного продукту - пігменту цинкового крона, замість оксиду цинку. Економічний ефект буде дорівнює вартості оксиду цинку в витратах на виробництво цинкового крона за вирахуванням вартості додаткових реагентів - луги, кислоти і сульфіту натрію.

 Методика отримання хромата цинку і калію (малярного цинкового крона) з використанням твердих відходів промислових виробництв, що містять карбонат цинку, включає наступні основні стадії [18]:

 Приготування суспензії утилізованого відходу.

 ZnCO3 + 2HCl = ZnCl2 + CO2 + H2O

1. Розчинення карбонату цинку, що міститься в відході, в соляній кислоті.
2. Очищення розчину хлористого цинку від твердих домішок фільтрацією.
3. Висаждення гідроксиду цинку з розчину хлориду цинку.

 ZnCl2 + 2NaOH = Zn(OH)2 + 2NaCl

1. Фільтрація і промивка осаду оксиду цинку.
2. Синтез цинкового крона:
	* малярного крона;

- грунтовки крона.

 6. Осадження цинкового крона в твердому вигляді.

 7. Фільтрація і промивка осаду цинкового крона.

 8. Сушка цинкового крона.

 У процесі фільтрування і промивання осаду цинкового крона утворюються фільтраційні і промивні розчини, пофарбовані в жовто-оранжевий колір, що свідчить про присутність в них іонів шестивалентного хрому Cr6 +. Ці водні розчини, є дуже токсичними. Тому, перед скиданням у каналізацію, вони повинні бути піддані обов'язковій очистки від іонів шестивалентного хрому.

1.7 Фізико - хімічні методи очистки від Zn2+- вмісних промислових стічних вод

 Фізико - хімічні показники виробничих стічних вод окремих підприємств свідчать про широкий діапазон коливань складу цих вод, що викликає необхідність ретельного обґрунтування вибору оптимального методу очистки для кожного виду виробничих стічних вод [19]. Якість стічних вод характеризується вмістом компонентів, специфічних для даного виду виробництва: загальною кількістю органічних речовин, активною реакцією, інтенсивністю кольору, ступенем мінералізації, наявністю біогенних елементів, режимом притоку, властивостями домішок і ін. Ці дані дозволяють вибрати найбільш раціональний метод очищення стічних вод певного підприємства. Видалення з води розчинених сполук цинку, здійснюється фізико - механічними методами шляхом переведення їх в малорозчинні сполуки (гідроксиду, сульфати, фосфати, карбонати). Освітлення стоків після обробки реагентами здійснюється в відстійниках періодичної або безперервної дії. Продукти очищення виводяться в відвал або використовуються як наповнювачі при виробництві будівельних матеріалів.

 Загальний ефект очищення віскозних стічних вод визначається залишковою концентрацією: 0,1 - 0,15 мг / л цинку; 2 - 3 мг / л зважених речовин; 0,5 - 1 мг / л сірковуглецю; сульфіди відсутні; БПК = 8 - 10 О2 мг / л.

 Фізико - хімічні показники виробничих стічних вод окремих підприємств свідчать про широкий діапазон коливань складу цих вод, що викликає необхідність ретельного обґрунтування вибору оптимального методу очищення для кожного виду вод. Така технологія обробки стічних вод, що містять ВМ, володіючи надійністю, має і ряд суттєвих недоліків.

Основними з них є :

- при реагентних методах: велика витрата реагентів, які дорогі і дефіцитні, виділення шкідливих газів;

- вторинне забруднення води (підвищення сольового складу), що викликає труднощі при повернення її на повторне використання;

* втрата цінних речовин, містяться в оброблюваних стоках, і складність їх

 утилізації;

* утворення великих кількостей опадів при використанні ряду реагентів.

До переваг цього методу можна відзначити:

* вкрай низьку чутливість до початкового змісту забруднень;
* дозволяють скидати очищені стічні води на міські станції аерації;
	+ із застосуванням доочистки на електродіалізатор, іонообмінних фільтрах

 тощо;

* дозволяють скидати очищені стічні води в водойми культурно-
* побутового призначення.

 При електрохімічних методах: високе споживання електроенергії, використання листового металу.

 До переваг: менша потреба в виробничих площах, автоматизація технологічного процесу, витяг зі стоків багатьох цінних продуктів, доочищення для створення оборотного циклу, значне спрощенням схеми і експлуатації установок, не збільшують сольовий склад очищених стічних вод [20]. При

сорбційних та іонообмінних методах: утворення вторинних стоків після регенерації і необхідність в їх знешкодженні.

 До переваг: висока ступінь очищення стоків. Таким чином, жоден метод не може забезпечити випуск очищених стічних вод у водойми рибогосподарського призначення, тільки в комбінації з усіма методами і використанні новітніх технологій можлива очищення стічних вод від ВМ, що відповідають сучасним екологічним вимогам. Треба створювати замкнуті цикли водокористування за умови - суворого дотримання персоналом очисних споруд технологічного регламенту.

1.8 Сорбційні методи очищення від Zn2+ - вмісних промислових стічних вод

 Для глибокого очищення стічних вод від розчинних органічних і неорганічних забруднюючих речовин, [21] в тому числі і від іонів ВМ, використовують метод сорбції, ефективність якого коливається від 80 до 99,5% в залежності від хімічної природи адсорбенту, величини адсорбційної поверхні, структури і властивостей забруднюючих речовин. Воду, що очищається пропускають через фільтр, завантажений сорбентом (динамічна адсорбція), або просто додають в неї подрібнений сорбент, а після його насичення забруднюючими речовинами відокремлюють сорбент від очищеної води відстоюванням або фільтрацією (статична адсорбція). Як адсорбенти застосовують синтетичні сорбенти (активні вугілля, вуглецеві волокнисті матеріали, відходи виробництв і ін.) і природні стічні сорбенти (глинисті породи, діатоміти, туфи і ін). Цей метод знайшов широке застосування для доочищення стічних вод від іонів ВМ на Україні і за кордоном, він має свої переваги і недоліки. Сорбенти - і в першу чергу активні вугілля - дуже дорогі матеріали. Основні труднощі при застосуванні сорбційної очистки стічних вод - це десорбція забруднень. Ця проблема сьогодні вимагає до себе підвищеної уваги фахівців.

 1.9 Гальванокоагуляція і електрохімічні методи очищення Zn2+ - вмісних промислових стічних вод

 Призначений для очищення промивних вод гальванічних цехів від іонів важких металів і відпрацьованих технологічних водних розчинів на підприємствах машинобудівного комплексу [22]. Водоочисної комплекс забезпечує необхідні фазово дісперсні перетворення домішок за рахунок електрохімічних процесів, їх вилучення шляхом флотації, освітлення і фільтрування, електрохімічне отримання кислоти і луги з очищаються водних розчинів. Елементи комплексу гідравлічно пов'язані між собою, що забезпечує оптимальні умови його функціонування. Габарити комплексу в 2 - 3 рази менше в порівнянні з аналогами рівній продуктивності, енергоємність знижуються на 20 - 30%. Витрати ручної праці на обслуговування - на 50 - 70%. Для очищення стічних вод гальванічних виробництв застосовують реагентні, електрохімічні, іонообмінні та деякі інші фізико - хімічні способи, переважно реагентні, здійснювані на установках безперервного і періодичної дії і засновані на хімічному окисленні, відновленні і осадженні розчинених речовин, а також на нейтралізації вільних мінеральних кислот і лугів. Для знешкодження ціансодержащіх стічних вод застосовують в основному реагенти-окислювачі, що містять активний хлор (хлорне вапно, хлорне вода) [23]. Хімічні реакції окислення простих ціанідів та комплексних ціанідів цинку, міді, кадмію і срібла з утворенням ціанатів активним хлором протікають з більшою швидкістю в лужному середовищі (рН 10,5 - 12), в зв'язку з чим зазвичай потрібна попередне під луженням стічних вод розчином їдкого натру або вапняним молоком. Необхідний час контакту стічних вод з реагентами при інтенсивному перемішуванні реакціоннной суміші становить 3-5 хвилин. Комплексні ціаніди заліза (гексаціаноферрат) окислюються активним хлором тільки при нагріванні стічних вод до 70 С в присутності каталізаторів або без них. Значить, менше застосування знайшли способи очищення ціансодержащіх стічних вод за допомогою інших реагентов, окислювачів - озону і пероксиду водню. Існує високоефективний спосіб знешкодження ціан присутніх стічних вод за допомогою технічного кисню в присутності каталізаторів. Застосування цього способу доцільно при утриманні ціанідів в очищеній воді до 30 мг/ л.

 Електрохімічний спосіб очищення ціанвмістних стічних вод полягає в їх електролізі з використанням анодних матеріалів, що не піддаються електролітичному розчиненню [24].

 Електрохімічне окислення ціанідів на аноді інтенсифікується в разі попереднього додавання до очищеної води хлоридів, наприклад хлориду натрію. Цей спосіб доцільно застосовувати для очищення стічних вод при початковій концентрації в них ціанід - іонів більше 200 мг / л. Метод електро флотокоагуляії (ЕФК) дозволяє одночасно здійснювати два процеси - зміна дисперсного стану домішок за рахунок їхньої коагуляції під дією електричного поля - коагуляція й закріплення пухирців електролітичного газу на поверхні часток, що коагулюють, що забезпечує їхню наступну флотацію. Особливо ефективний процес при анодному (катодному) розчиненні металу електродів. Це пояснюється тим, що коагулюючи активність електрогенерованих реагентів на відміну від коагулянтів, отриманих при гідролізі солей металів, значно вище. Для стічних вод гальванічних цехів, що містять 1 - 5 г/л зважених речовин і іони кольорових і важких металів у водорозчинній формі, застосування РНК в поєднанні з вапняним молоком більш ефективно, ніж використання одного вапняного молока, і дозволяє майже повністю видалити зважені речовини і очистити воду від іонів Cr, Zn [25]. При обробці РНК (4 мг/л) і вапняним молоком (7 мг/л) рН гальванічного стоку з 7,0 збільшився до 7,6, концентрація зважених речовин через 30 хв відстоювання зміст іонів цинку спільного з 43,6 знизилося до 0,51 мг/л.

1.10 Характиристика отриманих відходів

Утилізація відходів промислових виробництв - проблема нашого часу як з екологічної, так і економічних точок зору [38]. Сьогодні, в технологічних процесах ряду хімічних виробництв (виробництво віскозного волокна, виробництво іонообмінних смол і ін.) Відходи можна умовно поділити на два основних види - рідкі і тверді [39]. Рідкі є стічні води, забруднені всіма компонентами технологічних розчинів, а тверді відходи - це опади, які утворюються при різних технологічних процесах.

За своїм впливом на водні екосистеми цинк відноситься до класу важких металів, яким властива висока токсичність для живих організмів в відносно низьких концентраціях, а також здатність до біоакумуляції [40]. З'єднання цинку токсичні насамперед для водних екосистем, тому їх виділяють із стічних вод перед скиданням у водойми. В якості каталізатора рідко фазних процесів використовуються солі цинку.

Після відділення твердого кінцевого продукту відстоювання, в рідкій фазі залишаються розчинні солі цинку в іонної формі, які надходять зі стічними водами промислових підприємств в поверхневі водойми. Вилучення відходів цинку з стічних вод можно об’ємним методом осадження. Суть методу полягає в визначення швидкості осадження осаду. З урахуванням стехіометрії. Для проведення даного експерименту був приготований модельний розчин промивної води після розведення води відпрацьованого електроліту хромування с концентрацією 68,6961 мг⁄л.

Зробили розрахунок і додали в кожну склянку стехеометріческій коефіцієнт розчина ZnSО4 з C - 215 000 мг / л, перемішували стекляной палочкой та відстежували час та висоту осадження.

З нашого модельного розчину були отримані наступні відходи: ZnSO4, H2CrO4, ZnCrO4 та H2SO4.

4 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

 Мета розділу – оцінити можливості, та кількісні характеристики Cr3+ та Zn2+ в утилізації рідких та твердих відходів.

Експерименти проводили в лабораторії при Т = 23° С. Для проведення хімічного аналіза, було розглянуто та використано два метода:

* фотоколометричний;
* титрування.

 При приготуванні розчинов для фотоколориметричного методу, брали 3 мірних циліндрів (50мл), в кожен відміряли проби стандартного розчину. Щоб в першому мірному циліндрі містилося 0,05 мкг цинку, в другому мірному циліндрі містилось 0,25 мкг цинту і в третьому циліндрі 0,50 мкг цинку. Після додавання кожного реактиву, які описанні в методіки, рідину добре перемішували. Далі перенесли розчини в 3 кювети з товщиною шару 3 см і визначали його світлопоглинання при λ= 670 нм.

 Що стосовно титрувального метода, то для проведення даного експерименту був приготований модельний розчин промивної води після розведення води відпрацьованого електроліту хромування. Відміряли 200 мл модельного розчину та переносили його в стакан. Визначили кількість ZnSO4 з урахуванням стехіометрії. Після розрахунку кількості сульфату цинку, зробили 5 розчинів відповідно до стехіометрії 0,5недоліку; 1; 1,2надлишку; 1,5надлишку; 2надлишку. Після чого було визначен залишковий зміст ZnSO4.

 4.1 Методіка аналізів фотоколориметричного метода

 Суть методу. Родамін С (або родамін Б) утворює з іонами цинку

забарвлене комплексне з'єднання, мало розчинне в воді. Його можна екстрагувати дізтіловим ефіром і виміряти оптичну щільність або безпосередньо виміряти світлопоглинання колоїдного водного розчину.

В роботі використовували:

Гідрохлорид гідроксиламіну, 20% розчин.

Ацетатний Буферні розчин, pH ≈ 5.

 До 197 мл 15% - вого розчину ацетату натрію доливають 3 мл крижаної оцтової кислоти.

Тіокарбамід, 10% -ний розчин роданида калію, 20% -ний розчин. Родамін С або Родамін Б, 0,02% -ний розчин.

Для приготування стандартного розчину хлориду цинку, розчиняли 0,100 г металевого цинку в 1 мл розведеної хлористоводневої кислоти, та доводили до 1 л дистильованої води.

 Відібрали 3 проби стандартного розчину. В першому мірному циліндрі містилося 0,05 мкг цинку, в другому мірному циліндрі містилось 0,25 мкг цинту і в третьому циліндрі 0,50 мкг цинку. В кожен циліндр додали по 5 мл розчину гідрохлориду гідроксиламіну для відновлення заліза (III) і через 1 - 2 хв додали 5 мл ацетатного буферного розчину, 4 мл розчину тіокарбаміда і 5 мл розчину роданида калію. Після додавання кожного реактиву рідина добре перемішували. Отримані розчини розбавили до 50 мл води і 10 мл розчину родаміну С. Нульовим розчином служить отриманий в холостому досвіді розчин з 20 мл дистильованої води, до якої додають всі реактиви, введені в пробу аналізованої стічної води. Після чого перенесли розчин в кювету з товщиною шару 3 см і визначали його світлопоглинання при λ = 670 нм.Молярний коефіцієнт поглинання дорівнює 46 • 1 O3. Вимірювальні дані наведені у таб.4.2.1.

Таблиця 4.2.1 - Вимірювальні дані світлопоглинання

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| №,проби | Вміст цинку,мкг | Світлопоглинання,нм |
| 1 | 0.05 | 11 |
| 2 | 0.25 | 18 |
| 3 | 0.50 | 20 |

 За значенням світлопоглинання розраховують вміст цинку, користуючись калібрувальним графіком (рис.1.1), побудованим за стандартними розчинів, що містить 0.05, 0.25, 0.50 мкг цинку.

Рис.1.1 – стандартний калібрувальний графік для розрахування вмісту цинку

C, мг/мл

0.5

0.25

0.05

0

5

D

Linear (D)

10

15

20

y = 7.6429x

25 D

 (4.1)

D - оптична щільність;

В - відрізок в обраному масштабі дорівнює оптичної щільності визначається речовини;

К – коефіціент вмісту цинку.

 мг/мл – перша проба;

 мг/мл – друга проба;

 мг/мл – третя проба.

 Висновок: Визначивши оптичну щільність аналізованих розчинів, розрахували концентрацію для кожної проби. На основі цих розрахунків можемо зробити висновок, що зі збільшенням оптичної щільності знижується концентрація.

4.2 Визначення цинку титриметричним методом

 Титриметричний метод заснований на титруванні раствором ЕДТА. Солі цинка титрують розчином ЕДТА, двохзамінною натрієвою сіллю етілендіамінтетра оцтової кислоти, 0,05 М (18,6 г / л) титрує розчин. Титр цього розчину встановлюють за стандартним розчину солі цинку, до одержуваному розчиненням точно взятої навішуванні чистого 99,9% цинку в 6 н. соляній кислоті. Готуємо ацетатний буферний розчин. Змішую 60 мл уксусно кислоти, 77 г ацетату амонію і 940 мл води. Дитизон, 75 мг в 300 мл ацетону.

 В ході визначення було відібрано 20 мл аналізованого слабокислого розчину, що містить, 20 мг цинку. До цієї проби додаємо 10 мл буферного розчину, потім 10 мл спирту, щоб концентрація його в розчині стала 40%, і 1 мл розчину індикатора. Титруємо розчином ЕДТА до переходу забарвлення з червоною в сіру. На титровання пішло розчину ЕДТА 1,6 мл.

Після чого була проведена обробка результатів. Виконавши обчислення концентрації за формулою формулою (4.2):

 (4.2)

де Vекв - кількість 0,1 н розчину ЕДТА, витраченого на титрування цинку, мл;

К - коефіцієнт нормальності 0,1 н розчину ЕДТА;

а - еквівалент ЕДТА і цинку, г / моль;

VZn - вміст цинку, мг / л.

 = 0,01552 мг / мл.

4.3 Проведення осадження цинку об’ємним методом з урахуванням стехіометрії

ZnSO4 + H2CrO4 = ZnCrO4 + H2SO4

 Суть методу полягає в визначення швидкості осадження осаду. Для проведення даного експерименту був приготований модельний розчин промивної води після розведення води відпрацьованого електроліту хромування с концентрацією 68,6961 мг⁄л. Знаючи кількість CrO3 у 200 мл модельного розчину промивної води, була визначена кількість хрому в перерахунку на H2CrO4 у розчині хромату цинку за формулою (4.3).

 (4.3)де - молярна маса H2CrO4 , яка дорівнює 118, г/моль;

 - молярна маса CrO3 , яка дорівнює 100, г/моль.

 Використавши розрахункове значення та молярні маси кожного із з'єднань, знайшли кількість ZnSO4, ZnCrO4 та H2SO4 відповідно:

Після розрахунку взяли п'ять градуювальних склянок, в кожну з них відібрали по 200 мл розчину CrО3. Потім розрахували і додали в кожну склянку стехеометріческій коефіцієнт (табл. 4.3.1) розчина ZnSО4 з C - 215 000 мг / л, перемішували стекляной палочкой та відстежували час та висоту осадження.

Таблиця 4.3.1 Розрахункові дані, розчина ZnSО4 стехеометричного коефіціента

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Стехіометричнийкоефіціент | ZnSO4, мг | ZnCrO4, мг | H2SO4, мг | ZnSO4, мл |
| 0.5 | 11.05 | 11.77 | 6.37 | 0.05 |
| 1 | 22.11 | 24.64 | 13.34 | 0.1 |
| 1.2 | 26.53 | 28.52 | 15.44 | 0.12 |
| 1.5 | 33.16 | 36.13 | 19.56 | 0.15 |
| 2 | 44.22 | 48.84 | 26.44 | 0.21 |

 Далі визначали залишковий вміст ZnSО4. Початкова висота знаходження осаду та діаметр склянки кожного із розчинів предсталені у табл. 4.3.2 Експериментальні дані за часом відстоювання представили в табл. 4.3.3

Таблиця 4.3.2 - Початкова висота знаходження осаду та діаметр склянки кожного із розчинів

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Стехіометричнийкоефіціент | 0.5 | 1 | 1.2 | 1.5 | 2 |
| Н0, см | 4,5 | 4,7 | 6,8 | 4,3 | 6,0 |
| 𝑑 скл., см | 7,8 | 7,7 | 6,0 | 3,0 | 6,6 |

Таблиця 4.3.3 Експериментальні дані залежності висоти осідання осаду від часу

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 0,5недоліку | 1 | 1,2 надлишку | 1,5 надлишку | 2 надлишку |
| Н, см | τ, хв. | Н, см | τ, хв. | Н, см | τ, хв. | Н, см | τ, хв. | Н, см | τ, хв. |
| 0,6 | 3 | 0,3 | 4 | 1,0 | 3 | 0,5 | 2 | 0,5 | 2 |
| 1,5 | 6 | 0,7 | 7 | 1,7 | 12 | 1,1 | 4 | 1,5 | 4 |
| 2,0 | 7 | 1,2 | 9 | 2,1 | 16 | 1,5 | 4 | 3,2 | 5 |
| 3,2 | 10 | 2,9 | 14 | 3,2 | 20 | 2,4 | 5 | 4,8 | 5 |
| 3,5 | 12 | 3,7 | 17 | 4,0 | 22 | 3,3 | 7 | 5,3 | 6 |

За рахунковими даними будуємо графік залежність висоти осідання осаду від часу кожної із проб (рис. 1.2)

Рис. 1.2 - Залежність висоти осідання осаду від часу кожної із проб

Далі за формулою (4.4) розрахували об’єм освітленої рідини:

 (4.4)

де Нn - висота освітленої рідини в залежності від часу, см;

 (4.5)

де d – діаметр склянки, в якій знаходиться аналізований розчин, см;

Таблиця 4.3.4 - Об’єм освітленої рідини кожної із проб аналізу та кінцеве значення pH

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 0.5 | 1 | 1.2 | 1.5 | 2 |
| V, мл | τ, хв. | рН | V, мл | τ, хв. | рН | V, мл | τ, хв. | рН | V, мл | τ, хв. | рН | V, мл | τ, хв. | рН |
| 209,43 | 0 | 6 | 218,75 | 0 | 5 | 192,17 | 0 | 6 | 30,38 | 0 | 6 | 205,17 | 0 | 6 |
| 27,92 | 3 | 13,96 | 4 | 28,26 | 3 | 3,54 | 2 | 17,1 | 2 |
| 69,81 | 6 | 32,58 | 7, | 48,04 | 12 | 7,78 | 4 | 51,29 | 4 |
| 93,08 | 7 | 55,85 | 9 | 59,35 | 16 | 10,61 | 4 | 109,42 | 5 |
| 148,93 | 10 | 134,97 | 14 | 90,43 | 20 | 16,97 | 5 | 164,14 | 5 |
| 162,89 | 12 | 172,2 | 17 | 113,04 | 22 | 23,33 | 7 | 181,23 | 6 |

За розрахунковими даними будуємо графік залежності pH від стехіометричного коефіцієнта (рис 1.3).

Рис 1.3 - залежності pH від стехіометричного коефіцієнта

Таблиця 4.3.5 – Розрахункові значення площи для кожного із розчинів

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Стехіометричний коефіціент | 0.5 | 1 | 1.2 | 1.5 | 2 |
| S , см2 | 46,56 | 46,56 | 28,26 | 7,07 | 34,20 |

Будуємо графік залежності ступеня освітлення розчину від часу (рис.1.4)

Рис. 1.4 - Залежність ступеня освітлення розчину від часу

Після освітлення рідини, відбираємо в 5 стаканів модельного розчину з ZnSО4, по 20 мл До кожної проби додаємо 10 мл буферного розчину, потім 10 мл спирту, щоб концентрація його в розчині стала 40%, і 1 мл розчину індикатора. Титруємо розчином ЕДТА до переходу забарвлення з червоною в сіру. Витрачена кількість розчину на титруванні представленна у табл. 4.3.6.

Таблиця 4.3.6 – Використана кількість розчину ЕДТА на титрування

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 0.5 | 1 | 1.2 | 1.5 | 2 |
| 𝑉, л | 0,20005 | 0,2001 | 0,20012 | 0,20015 | 0,20021 |
| 𝑉(0,1н.р.ЄДТА) ,мл | 0,3 | 0,1 | 0,6 | 0,53 | 0,4 |

Визначили масову частку цинку у розчині хромату цинку за об’ємним методом та розрахували ступінь витягу ZnSO4 за формулою (4.6):

 (4.6)

де – початкова кількість, ZnSO4. мг;

 – залишкова кількість ZnSO4, мг.

1 проба

C = 0.3∗ 1∗ 0.194 ∗ 1000 = 2.91 мг⁄л

 20

М (ZnSO4) = 2.91 \* 0.20005 = 0.58 мг

⍺витяг.= 11.06 – 0.58 \*100= 9.4 %

 11.06

2 проба

C = 0.1∗ 1∗ 0.194 ∗ 1000 = 0.97 мг⁄л

 20

М (ZnSO4) = 0.97 \* 0.2001 = 0.19 мг

⍺витяг.= 22.11− 0.19 \* 100= 9.9 %

 22.11

3 проба

C = 0.6 ∗ 1 ∗ 0.194 ∗ 1000 = 5.82 мг⁄л

 20

М(ZnSO4) = 5.82 \* 0.20012 = 1.16 мг

⍺витяг.= 26.53 − 1.16 \* 100= 9.5 %

 26.53

4 проба

C = 0.53 ∗ 1 ∗ 0.194∗1000 = 0.51 мг⁄л

 20

М(ZnSO4) = 0.51 \* 0.20015 = 1.02 мг

 ⍺витяг.= 33.18 − 1.02 \* 100= 9.6 %

 33.18

5 проба

C = 0.4 ∗ 1 ∗ 0.194 = 0.38 мг⁄л

 20

М (ZnSO4)= 0.38 \* 0.20020 = 0.77 мг

⍺витяг.= 44.22 − 0.776 \* 100= 9.8 %

 44.22

За розрахунковими даними будуємо графік витягу (рис 1.5).

Рис 1.5 - Залежність ступеня витягу від надлишку ZnSO4

Розрахували кількість ZnSO4, що було осаджено. Використавши розрахункове значення та молярні маси кожного із з'єднань, за пропорцією знайшли кількість ZnSO4,  ZnCrO4 таH2SO4 відповідно:

Таблиця 4.3.7 – Кількість ZnSO4, H2CrO4,  ZnCrO4 таH2SO4 після осадження (теоретичні)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| з урахуванням стехіометрії | ZnSO4 | H2CrO4 | ZnCrO4 | H2SO4 |
| мг | мг | мг | мг |
| 0,5недоліку | 20,96 | 15,63 | 24,19 | 12,88 |
| 1 | 21,54 | 15,78 | 24,21 | 13,11 |
| 1,2 надлишку | 21,29 | 15,05 | 23,70 | 12,30 |
| 1,5 надлишку | 21,34 | 15,19 | 23,84 | 12,44 |
| 2надлишку | 21,48 | 15,44 | 24,09 | 12,69 |

Висновок: Було проведенно осадження цинку об’ємним методом з урахуванням стехіометрії. Встановлено залежність ступеня освітлення аналізованих розчинів від часу, яка свідчить про збільшення ступеня освітлення зі збільшенням часового інтервалу, та встановлено час розшарування суспензії при різній кількості додвання сульфату цинку. Найбільш помітне та швидке осадження було в другій проби з стехіометричним коефіцієнтом 1, що становило 9,9% , С – 0,97 мг/л та з pH = 5. В усіх інших пробах pH = 6, але з різною концентрацією. В першій проби С – 2,91 мг/л з стехіометричним коефіцієнтом 0,5, в третій проби С – 5,82 мг/л з стехіометричним коефіцієнтом 1,2, четверта проба з С – 0,51 мг/л з стехіометричним коефіцієнтом 1,5, п’ята проба з С – 0,38 мг/л з стехіометричним коефіцієнтом 2. Стосовно осадження H2CrO4, з теоретичних розрахунків, кількість якої становило в першій проби - 15,63 мг з pH = 6 з стехіометричним коефіцієнтом 0,5, в другі проби - 15,78 мг/л з pH = 6 та стехіометричним коефіцієнтом 1, в третій проби – 15,05 мг/л з стехіометричним коефіцієнтом 1,2 та pH = 5, четверта проба – 15,19 мг/л з стехіометричним коефіцієнтом 1,5 та pH = 6, п’ята проба – 15,44 мг/л з стехіометричним коефіцієнтом 2 та pH = 6.

 В результаті проведення теоретичних і експериментальних досліджень були розроблені розрахунки та побудовані графіки.