

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»**

ХІМІКО -ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
(повна назва інституту/факультету)

**КАФЕДРА ТЕХНОЛОГІЇ НЕОРГАНІЧНИХ РЕЧОВИН
ТА ЗАГАЛЬНОЇ ХІМІЧНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ**
(повна назва кафедри)

«На правах рукопису»
УДК

«До захисту допущено»

в.о завідувача кафедри
_____ Толстопалова Н.М.
(підпис) (ініціали, прізвище)

“ ” _____ 2015 р.

Магістерська дисертація

на здобуття ступеня магістра

зі спеціальності 8.05130101 Хімічні технології неорганічних речовин
(код і назва)

на тему: Ресурсозберігаюча технологія водоочищення із застосуванням реагенту комплексної дії

Виконала: студентка 2 курсу, групи ХН-32 м
(шифр групи)

Верещук Наталія Василівна
(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Науковий керівник к.т.н., доцент. Косогіна І.В.
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

(підпис)

Консультант Охорона праці

та безпека в надзвичайних ситуаціях к.т.н., доц. Полукаров Ю.О.

(назва розділу)

(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали)

(підпис)

Рецензент

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

(підпис)

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації
немає запозичень з праць інших авторів без
відповідних посилань.

Студент _____
(підпис)

Київ – 2015 рік

Національний технічний університет України**«Київський політехнічний інститут»**Інститут (факультет) Хіміко-технологічний факультет

(повна назва)

Кафедра Технологія неорганічних речовин та загальної хімічної технології

(повна назва)

Рівень вищої освіти – другий (магістерський)

Спеціальність 8.05130101 Хімічні технології неорганічних речовин

(код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

в.о завідувача кафедри

_____ Толстопалова Н.М.

(підпис)

(ініціали, прізвище)

« ____ » _____ 2015 р.

ЗАВДАННЯ**на магістерську дисертацію студенту**

Верещук Наталії Василівні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема дисертації Ресурсозберігаюча технологія водоочищення із застосуванням реагенту комплексної дії

науковий керівник дисертації к.т.н., доцент Косогіна І.В.,

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «9» квітня 2015 р. № 858-с

2. Термін подання студентом дисертації 30 травня 2015 р.

3. Об'єкт дослідження зразки природних вод із середнім та високим вмістом природних органічних речовин та гумусових кислот, промислові барвники та відходи глиноземних виробництв – «червоний шлам».

4. Предмет дослідження виявлення основних закономірностей очищення водних об'єктів коагуляційним методом у поєднанні із озонуванням; вивчення механізму впливу озону на деструкцію високомолекулярних органічних сполук; встановлення ефекту сумісного озонування – коагуляції

5. Перелік завдань, які потрібно розробити виявити основні закономірності перебігу процесу попереднього озонування та його вплив на характер деструкції природних органічних речовин; встановити раціональні умови проходження процесу сумісного озонування-коагуляції для досягнення ефективного очищення природних вод.

6. Орієнтовний перелік ілюстративного матеріалу презентація: предмет і об'єкт дослідження, основні методики, результати експерименту, їх наукове обґрунтування, висновки.

7. Орієнтовний перелік публікацій 2 статті, 1 патент і 7 тез доповідей на конференціях.

8. Консультанти розділів дисертації*

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	к.т.н., доц. Полукаров Ю.О.		

9. Дата видачі завдання 2 лютого 2015 р.

Студент

(підпис)

Верещук Н.В.
(ініціали, прізвище)

Науковий керівник дисертації

(підпис)

Косогіна І.В..
(ініціали, прізвище)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 101 с., 45 рис., 20 табл., 43 посилань.

Актуальність роботи – розкрито проблематику очищення побутових і промислових стічних вод, так як спектр забрудників з кожним роком зростає, а існуючі технології не справляються з об'ємом забруднень і потребують серйозних доопрацювань та модернізації.

Об'єкт дослідження – модельні зразки природних вод із середнім та високим вмістом природних органічних речовин та гумусових кислот, модельні зразки води із високим вмістом промислових барвників та відходи глиноземних виробництв – «червоний шлам».

Предмет дослідження – вивчення механізму впливу озону на деструкцію високомолекулярних органічних сполук; встановлення впливу сумісного озонування-коагуляції на ефективність процесу очищення; дослідження коагуляційних властивостей коагуляційного реагенту на основі відходів глиноземних виробництв «червоний шлам».

Мета роботи – виявлення основних закономірностей очищення водних об'єктів коагуляцією у поєднанні із озонуванням; виявлення коагуляційних властивостей та закономірностей використання комплексного реагенту з відходів глиноземних виробництв для очищення води від органічних сполук.

Новизна роботи – вперше доведено доцільність використання озонування в комплексі з коагуляцією; виявлено доцільність використання альтернативного комплексного коагулянту, отриманого з відходів глиноземних виробництв; підібрано раціональні умови процесу преозонування-коагуляції для досягнення високого ступеня очищення вод забруднених органічними речовинами.

Публікації – результати дисертаційної роботи опубліковано у тезах 5 доповідей, 2 англомовних статтях, а також опубліковано 1 патент на корисну модель.

КОАГУЛЯЦІЯ, ПРИРОДНІ ОРГАНІЧНІ РЕЧОВИНИ, ОЗОНУВАННЯ, ДЕСТРУКЦІЯ ОРГАНІЧНИХ БАРВНИКІВ, ЧЕРВОНИЙ ШЛАМ

ABSTRACT

Explanatory note: 101 p., 45 fig., 20 tab., 43 references.

Actuality of work – disclosed perspective of domestic and industrial waste water treatment, as the range of pollutants is increasing every year, and existing technology are not able to cope with the volume of pollution and need major improvements and modernization. Therefore, the establishment of more efficient and cost-effective technologies can be solved by replacing expensive coagulants and decrease their costs.

The object of research – model samples of natural water with medium and high content of natural organic matter and humic acid; model water with high content of dyes; industrial waste from alumina production – red mud.

The subject of research – the identification of basic laws of purification of water objects by coagulation in combination with the ozonation; study the mechanism of destruction of organic macromolecular compounds using ozonation; establishment of compatible influence of ozone-coagulation processes in treatment process.

Purpose of study – identification main regularities of combination coagulation with ozonation; identifying coagulation properties of complex reagent from alumina production for water purification from organic compounds.

The novelty of the work – for the first time proved the feasibility of using ozonation combined with coagulation for aluminum coagulants, as shown positive effects of interaction of these processes. For high removal of pollutants were chosen pH for coagulation and ozonation process.

Publications – results of dissertation were published in 4 theses and 2 English articles, one of which is in print. Also, studies was published in patent for utility model.

COAGULATION, NATURAL ORGANIC MATTER, OZONATION,
DEGRADATION OF ORGANIC DYES, RED MUD

РЕФЕРАТ

Пояснительная записка: 101 с., 45 рис., 20 табл., 43 ссылки.

Актуальность работы – раскрыто проблематику очистки бытовых и промышленных сточных вод, так как спектр загрязнителей с каждым годом растет, а существующие технологии не справляются с объемом загрязнений и требуют серьезных доработок и модернизации.

Объект исследования – модельные образцы природных вод со средним и высоким содержанием природных органических веществ и гуминовых кислот, модельные образцы воды с высоким содержанием промышленных красителей и отходы глиноземных производств – красный шлам.

Предмет исследования – выявление основных закономерностей очистки водных объектов коагуляционным методом в сочетании с озонированием; изучение механизма воздействия озона на деструкцию высокомолекулярных органических соединений; установления влияния совместного озонирование - коагуляции на эффективность процесса очистки.

Цель работы – подтверждение или опровержение тезиса о повышении эффективности коагуляции при проведении преозонувания, совмещенного озонирование и пост-озонирование.

Новизна работы – выявление основных закономерностей очистки водных объектов коагуляционным методом в сочетании с озонированием; изучение механизма воздействия озона на деструкцию высокомолекулярных органических соединений; установления влияния совместного озонирование - коагуляции на эффективность процесса очистки.

Публикации – результаты диссертации опубликованы в 4 тезисах докладов, 2 англоязычных статьях, а также опубликовано 1 патент на полезную модель.

КОАГУЛЯЦИЯ, ПРИРОДНЫЕ ОРГАНИЧЕСКИЕ ВЕЩЕСТВА,
ОЗОНИРОВАНИЕ, ДЕСТРУКЦИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ КРАСИТЕЛЕЙ,
КРАСНЫЙ ШЛАМ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

№	Найменування	Розмірність	
		позначення	одиниці вимірювання
1	Водневий показник	pH	—
2	NOM		Natural Organic Matter
4	Кольоровість	Ц	Pt/Co шкала
5	Доза коагулянту	<i>a</i>	мг/дм ³
6	DOC		Dissolved organic carbon
7	UV		Ultraviolet
8	SUVA		Specific UV Absorbance
9	Нефелометрична одиниця каламутності	НОК	
10	АЧХ		Активований червоний шлам

ЗМІСТ

	стор.
Вступ.....	13
Розділ 1	15
1 Сучасний стан проблеми очищення водних об'єктів від органічних поліютантів	15
1.1 Походження та основні типи забрудників у воді.....	15
1.1.1 Походження та різновиди природних органічних речовин (NOM)...	15
1.1.2 Основні типи забрудників стічних вод текстильної промисловості .	18
1.1.3 Основні типи забрудників стічних вод целюлозної та паперової промисловості.....	21
1.1.4 Основні типи забрудників стічних вод мікробіологічної промисловості.....	22
1.1.5 Основні типи забрудників стічних вод харчової промисловості	22
1.2 Методи очищення води від органічних забрудників.....	24
1.2.1 Основні закономірності очищення СВ сорбційними та сепараційними методами	24
1.2.2 Основні закономірності очищення стічних вод деструктивними методами	29
1.2.3 Основні закономірності очищення стічних вод реагентними методами	31
1.3 Переваги використання комбінованих методів водоочищення	36
Розділ 2	Ошибка! Закладка не определена.
2 Методологія дослідження.....	Ошибка! Закладка не определена.

2.1 Методологія проведення процесу коагуляції **Ошибка! Закладка не определена.**

2.2 Методологія проведення процесу озонування **Ошибка! Закладка не определена.**

2.3 Вимірювання параметрів очищеної води **Ошибка! Закладка не определена.**

2.3.1 Вимірювання кольоровості води . **Ошибка! Закладка не определена.**

2.3.2 Визначення вмісту ароматичних сполук у воді **Ошибка! Закладка не определена.**

2.3.3 Вимірювання мутності **Ошибка! Закладка не определена.**

2.3.4 Вимірювання зміни розмірів частинок у модельній воді до і після озонування **Ошибка! Закладка не определена.**

2.4 Методологія отримання комплексного коагуляційного реагенту з «червоного шламу» **Ошибка! Закладка не определена.**

2.4.1 Отримання рідкого комплексного коагуляційного реагенту . **Ошибка! Закладка не определена.**

2.4.2 Отримання порошкоподібного комплексного коагуляційного реагенту **Ошибка! Закладка не определена.**

Розділ 3 Ошибка! Закладка не определена.

3 Результати експериментального дослідження та їх обговорення **Ошибка! Закладка не определена.**

3.1 Дослідження структури NOM до та після озонування..... **Ошибка! Закладка не определена.**

3.2 Дослідження ефективності процесу преозонування для видалення NOM із природних вод **Ошибка! Закладка не определена.**

3.2.1 Очищення води коагулянтном на основі алюмінію **Ошибка! Закладка не определена.**

3.2.2 Очищення води коагулянтном на основі феруму **Ошибка! Закладка не определена.**

3.3 Дослідження ефективності процесу преозонування для видалення органічних барвників **Ошибка! Закладка не определена.**

3.3.1 Дослідження ефективності використання активованого «червоного шламу» для коагулювання води **Ошибка! Закладка не определена.**

3.3.2 Вилучення із води барвника активний яскраво-помаранчевий КХ **Ошибка! Закладка не определена.**

3.3.3 Вилучення із води барвника активний золотисто-жовтий 2КХ **Ошибка! Закладка не определена.**

3.3.4 Вилучення із води барвника активний яскраво-блакитний КХ **Ошибка! Закладка не определена.**

Розділ 4 Ошибка! Закладка не определена.

4 Технологія водоочищення із застосуванням преозонування та економічний ефект від її впровадження **Ошибка! Закладка не определена.**

4.1 Технологічна схема **Ошибка! Закладка не определена.**

4.2 Економічний ефект від застосування технології преозонування **Ошибка! Закладка не определена.**

Розділ 5 41

5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях 41

5.1 Охорона праці 41

5.1.1 Виявлення і аналіз шкідливих і небезпечних виробничих факторів. Заходи з охорони праці 41

5.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях 47

5.2.1 Атестація робочих місць 47

5.2.2 Безпека проведення експериментальної частини НДР 48

	12
5.2.3 Пожежна безпека.....	50
5.2.4 Аналіз небезпеки об'єкта	52
Висновки	55
Список використаної літератури	57

ВСТУП

Вода є одним з найпоширеніших хімічних сполук біосфери. Володіючи унікальними фізичними і хімічними властивостями, вона має виняткове значення для життєдіяльності будь-якої екосистеми. Поряд з цим вода – найважливіший об'єкт техногенної діяльності людини. У промисловому виробництві вона застосовується в якості сировини, теплоносія робочого тіла теплових машин, розчинника, транспортної системи і т.д. Основна частина води, що використовується повертається у природні водойми у вигляді стічних вод різного ступеня забрудненості. В результаті цього самоочищення водойм з кожним роком зменшується. Все це створює гостру необхідність розробки нових технологій і техніки захисту гідросфери.

У процесі урбанізації населення, зростання селищ, міст та промисловості, збільшується і об'єм небезпечних для навколишнього середовища стічних вод.

Основним завданням підтримки екологічного благополуччя довкілля при попаданні в неї стічних вод, є їх очищення. Крім різних видів виробничих стоків (текстильна, харчова, целюлозно-паперова промисловість) також утворюються стоки від муніципальних і промислових підприємств, що містять поверхневі, виробничо-дощові та господарсько-побутові стоки.

Проблема очищення зазначених вод є однією з найбільш актуальних і складних екологічних проблем. Її актуальність зумовлена постійним посиленням ГДК забруднюючих речовин у воді, що скидається у водойми, а також постійним ростом кількості забруднюючих речовин, з очищенням яких традиційні системи очищення уже не справляються. Складність зазначеної проблеми в необхідності очищення великих обсягів низько концентрованих стоків.

Найбільш ефективним методом вилучення завислих речовин зі стічних та природних вод є освітлення коагуляційним методом. Сьогодні існує дуже велика кількість способів і технологій очищення води, але не всі з них настільки ефективні, як нам хотілось би.

Магістерська дисертація виконувалась в рамках НДР «Дослідження основних закономірностей отримання коагулянтів з відходів виробництва» (ініціативна тема) з 01.03.12 по 01.03.14, керівник к.т.н Косогіна І.В., а також гранту Президента для молодих вчених за 2013 р. «Розробка новітньої ресурсозберігаючої технології очищення стічних вод від барвників з утилізацією осадів водоочищення» за договором № Ф49/403-2013 від 25.10.2013 з 01.11.2013р по 31.12.2013р. керівник к.т.н Косогіна І.В., та Міжнародного проекту Норвезького Університету Природничих Наук «Water Harmony» СРЕА 2011/10002.

Метою даних досліджень, є розробка технології очищення води від барвників та природних органічних речовин коагуляційним методом з використанням озонування, як процесу для удосконалення і покращення коагуляційного очищення.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання:

- виявити вплив озонування в поєднанні з коагуляцією на поліпшення видалення природних органічних речовин та промислових барвників;
- вплив попереднього озонування на зменшення оптимальної дози коагулянту;
- визначення типу коагулянту, який краще поєднується з озонуванням;
- визначення раціональних умов ведення процесу коагуляції з озонуванням для досягнення максимального ефекту вилучення забрудників.

РОЗДІЛ 1

1 СУЧАСНИЙ СТАН ПРОБЛЕМИ ОЧИЩЕННЯ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ ВІД ОРГАНІЧНИХ ПОЛЮТАНТІВ

Питання екології, очищення стічних і промислових вод на сучасному етапі набувають особливого значення. Забруднення водного і повітряного басейнів набувають загрозливих для людства розмірів. У ситуації безперервного збільшення об'єму промислових стічних вод (СВ), величезного зростання споживання чистої води актуальним є пошук і розробка нових ефективних методів та обладнання для очищення водних об'єктів, забруднених різними видами органічних речовин.

1.1 Походження та основні типи забрудників у воді

Природна вода завжди містить розчинені і зважені речовини органічного і мінерального походження. Вони потрапляють у воду з атмосферними опадами і ґрунтовими водами, об'єднується з підземними потоками або поверхневими водними об'єктами (річки, озера і т.д.). Крім того, вода забруднена великою кількістю метаболітів водних рослин і тварин та продуктів їх розпаду [1]. Одним з основних забрудників природних вод органічного походження вважаються природні органічні речовини, або як їх прийнято називати в міжнародній практиці – Natural Organic Matter (NOM). Але зараз досить часто природні води, які характеризуються високим вмістом NOM, піддаються забрудненню складною органікою, яка надходить разом із стічними водами.

1.1.1 Походження та різновиди природних органічних речовин (NOM)

Наявність у складі природних вод забарвлених органічних речовин (переважно розчинених гумінових) зумовлює їх кольоровість. Цей органолептичний показник визначають, порівнюючи центрифуговану або профільтровану воду з еталонними розчинами. Високомолекулярні гумусові

речовини забарвлюють поверхневі води в жовтувато-коричневі тони. Ці речовини вимиваються із ґрунтів, надходять з торф'яних боліт та утворюються внаслідок розвитку рослинності у водоймах. Інтенсивність кольору води та його спектральна характеристика залежать від концентрації і складу гумусу у воді.

Вміст забарвлювальних домішок у воді характеризується кольоровістю.

Наявність органічних речовин характеризує окиснюваність води, яка виражається в міліграмах кисню, необхідного для окиснення органічних домішок в 1 дм³. досліджуваної води. Іншим побічним критерієм є зменшення вмісту розчиненого у воді кисню після її 5-добового біохімічного окиснення – БСК₅.

Кольоровість води, як правило, змінюється згідно з порами року і досягає найбільших значень під час повеней. При цьому в ній одночасно зменшується вміст солей та лужність унаслідок надходження вод, до складу яких входять органічні речовини.

Гумінові кислоти мають ароматичні кільця ізо- та гетероциклічної будови, фульвокислоти, названі так за їх жовте забарвлення, також містять карбоксильні й фенолгідроксильні функціональні групи, які надають їм кислотних властивостей. Проте на відміну від гумінових кислот в ароматичній частині фульвокислот у молекулах переважають бічні зв'язки.

Вміст гумусових речовин у природних водах коливається від кількох до десятків міліграмів у 1 дм³. В більшості поверхневих вод гумінові кислоти зумовлюють не більше ніж 4...15 % кольоровості. Решту забарвлюючвальних органічних домішок складають фульвокислоти, в яких частка кренових кислот досягає 90 %. Фульвокислоти та їхні солі знаходяться в розчиненому стані. Колоїдні розчини утворюють гумінові кислоти, їх кислі солі лужних та всі солі лужноземельних металів. Залежно від пори року співвідношення окремих груп гумусових речовин змінюється для різних водойм і коливається в одній і тій самій водоймі.

У воді добре розчиняються низькомолекулярні органічні речовини, в молекулах яких містяться полярні групи (феноли, аліфатичні амінокислоти,

сульфо кислоти, піридин і хінолін та їхні гомологи, нижчі аліфатичні карбонові кислоти, солі органічних кислот тощо).

У результаті життєдіяльності мікроорганізмів у воду потрапляють спирти, ацетон, вуглеводи, амінокислоти, феноли, ефірні олії, органічні кислоти, альдегіди та речовини типу ліпоїдів. Крім того, багато органічних і синтетичних поверхнево-активних речовин потрапляють до водойм зі стічними побутовими і промисловими водами в результаті змивання їх з оброблюваних хімікатами полів. Зазвичай ці органічні речовини знаходяться у воді в молекулярно-розчинному або слабкодисоційованому стані. Вони збільшують окиснюваність і БСК природних вод. Якщо одночасно з ними у воду потрапляють токсичні сполуки (пестициди, феноли, іони кольорових металів та ін.), пригнічується діяльність мікрофлори і підвищується тільки окиснюваність, тому БСК не змінюється, а то навіть і зменшується.

Протягом останнього століття величезна кількість промислових СВ були скинуті в ріки, озера і в прибережні зони, вони являють собою одне з найбільших джерел полютантів навколишнього середовища. Це призвело до серйозних проблем у водному середовищі і викликало негативні наслідки для екосистеми і життя людини. СВ різних галузей промисловості вирізняються різноманітними типами забруднюючих речовин, тобто кожен сектор промисловості створює свої конкретні забруднюючі речовини.

Обсяг СВ залежить від технічного рівня процесу в кожній галузі промисловості і може поступово скорочуватися в міру поліпшення виробничих технологій [2]. Текстильна промисловість є однією з найважливіших і великих промислових секторів. Вона має велике значення з точки зору впливу на навколишнє середовище, так як використовує у своєму виробничому циклі велику кількість води, а СВ, які утворюються в технологічному процесі характеризуються високим вмістом органічних речовин різного походження [3].

1.1.2 Основні типи забрудників стічних вод текстильної промисловості

Текстильна промисловість є дуже різноманітним сектором з точки зору сировини, процесів, продукції та обладнання і має дуже складний виробничий ланцюжок. Вплив на навколишнє середовище текстильної промисловості достатньо важкий і обширний, як з точки зору скидів забруднюючих речовин і споживання води, так і з точки зору споживання енергії [4].

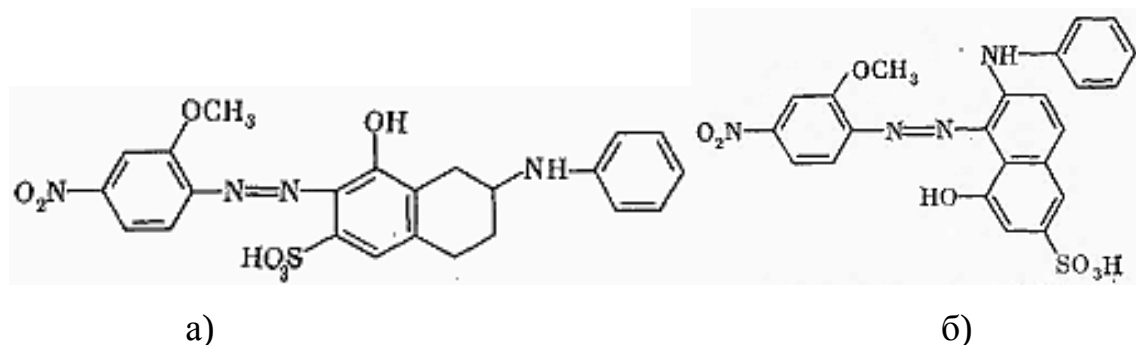
Екологічні проблеми текстильної промисловості, в основному, викликані скиданням СВ, а найбільший вплив на навколишнє середовище пов'язаний з первинним споживання води ($80-100 \text{ м}^3/\text{т}$ готових текстильних) і скидання СВ ($115...175 \text{ кг ХСК/тонну}$ готової текстильної продукції, великий асортимент органічних хімічних речовин, низька здатність до біологічного розкладання, колір, солоність). Таким чином, повторне використання СВ являє собою економічну і екологічну проблему для загального сектору [5]. Обробка текстилю вимагає використання різних хімічних речовини, в залежності від природи вихідних матеріалів і продуктів. Вихідні потоки, що виникають в результаті цих процесів значно відрізняються за складом, через відмінності в процесах, що використовуються для виробництва тканин і техніки.

Основне забруднення СВ в текстильній промисловості прийшлося на процеси фарбування та оздоблення. Ці процеси вимагають введення в широкому діапазоні хімічних речовин та барвників, які зазвичай являють собою органічні сполуки складної структури. І так як ці речовини не містяться в кінцевому продукті, ці відходи і створюють проблеми утилізації. Основні забрудники в текстильних СВ є зважені тверді частинки, ХСК, колір, кислотність та інші розчинні речовини [6].

В практиці барвники класифікують за специфічними функціональними групами, які входять до складу структури органічного барвника. Відповідно за Б.І.Степановим розрізняють 11 груп барвників, серед яких [7] варто виділити:

- Кислотні барвники, котрі являють собою розчинні у воді солі органічних кислот, головним чином сульфо-, рідше карбонових кислот, інколи солі фенолів.

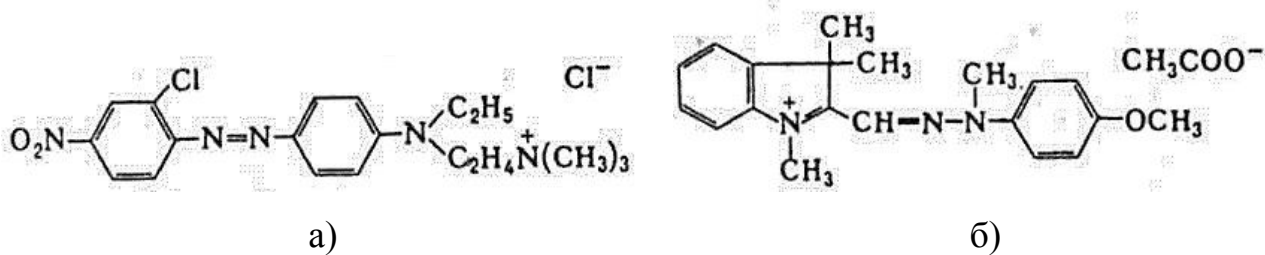
Структурні формули деяких представників кислотних барвників зображені на рисунку 1.1. У водних розчинах кислотні барвники дисоціюють з утворенням пофарбованих аніонів. В умовах фарбування кислотні барвники проявляють властивості сильних електролітів. Кислотні барвники фарбують білкові (шерсть і шовк), а також синтетичні поліамідні волокна. Фарбування звичайно проводять в кислому середовищі в присутності мінеральних чи органічних кислот, інколи в якості кислотного реагенту використовують кислі солі.



а – кислотний коричневий К; б – кислотний чорний 2С

Рисунок 1.1 – Структура типових представників кислотних барвників.

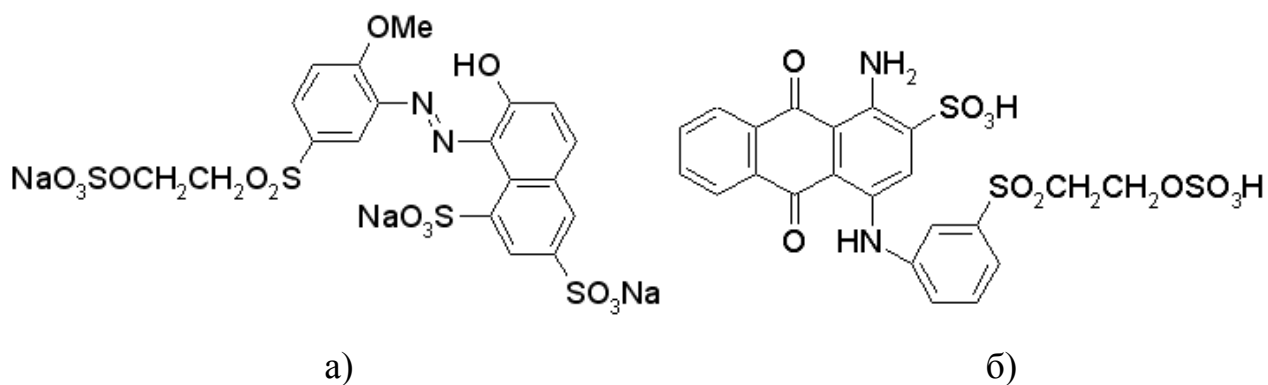
- Основні (катионні) барвники являють собою розчинні у воді солі органічних основ. У водних розчинах дисоціюють з утворенням фарбованих катионів. Компенсуючими аніонами зазвичай є хлорид-, гідросульфат-, і оксалат-аніони. Структурні формули деяких представників катионних барвників зображені на Рисунку 1.2. Основні барвники володіють спорідненістю до волокон, що мають амфотерний (білкові та синтетичні поліамідні) та кислотний характер, і фарбують їх із водного розчину, вступаючи в реакцію солеутворення з макромолекулами цих волокон за рахунок кислотних груп, що в них містяться (карбоксильні та ін.). У волокні основні барвники утримуються іонними зв'язками.



а – червоний; б – золотисто-жовтий

Рисунок 1.2 – Структура типових представників основних барвників.

- Протравні барвники. У молекулах цих барвників містяться угруповання, що зумовлюють їх здатність до комплексоутворення з солями металів. Після утворення у волокні комплексної сполуки з металом барвник переходить в нерозчинний стан.
- Прямі барвники. В молекулах прямих барвників, як і в кислотних, містяться сульфогрупи, що надають барвникам розчинність у воді. Ці барвники володіють спорідненістю до целюлози. У водних розчинах дисоціюють з утворенням забарвлених аніонів, що проявляють сильно виражену здатність до асоціації. Компенсуючими катіонами звичайно є катіони натрію, рідше - амонію або калію.
- Кубові барвники представляють собою нерозчинні в воді барвники (пігменти), здатні відновлюватися з утворенням похідних (лейкосполук), розчинних в лужних середовищах і володіють спорідненістю до целюлозних волокон. Після фарбування відновлені похідні окиснюються у волокні киснем повітря або іншим окисником у вихідний нерозчинний барвник. Кубові барвники утримуються в волокні внаслідок своєї нерозчинності і завдяки дії сил Ван-дер-Ваальса.
- Активні барвники представляють собою розчинні у воді солі органічних кислот або основ, що містять рухомі (активні) атоми або групи, які в момент фарбування відщеплюються, або активні (легко розкриваються) зв'язки. Структурні формули деяких представників катіонних барвників зображені на Рисунок 1.3. Достатньою для закріплення в волокні спорідненістю, як правило, не володіють.



а – активний помаранчевий ЖТ; б – активний голубий 2КТ;

Рисунок 1.3 – Структура типових представників активних барвників.

В процесі фарбування реагують з функціональними групами волокна і утворюють з ним ковалентні зв'язки в результаті відщеплення активних атомів або груп чи розкриття активних зв'язків. Застосовуються для фарбування целюлозних, білкових і деяких синтетичних волокон.

Окрім описаних вище також розрізняють:

- сірчисті барвники – нерозчинні у воді, містять дисульфідні угруповання-S-S-, здатні відновлюватися сульфідом натрію в лужному середовищі;
- барвники, утворені на фарбованих матеріалах, як випускають у вигляді проміжних продуктів, з яких барвники синтезуються в момент фарбування безпосередньо в матеріалі, що фарбується;
- дисперсні барвники;
- пігменти і лаки;
- барвники, розчинні в органічних середовищах (жиророзчинні, спирторозчинні, ацетонорозчинні і т. д.).

1.1.3 Основні типи забрудників стічних вод целюлозної та паперової промисловості

Велику кількість СВ, що містять целюлозні волокна й розчини органічних речовин, скидають підприємства целюлозно-паперової промисловості. У СВ цих підприємств є розчинені вуглеводні, смоли і жири. Всі вони легко окиснюються при взаємодії з аеробними мікроорганізмами, що супроводжується інтенсивним

споживанням кисню, розчиненого у воді, та перенасиченням водоймищ органічними речовинами.

Забруднені СВ утворюються під час оброблення целюлозної та паперової мас, промиванні та згущенні целюлози, розгону скипидар-сирцю, вилучення шламів, мокрого корування лісоматеріалів тощо. При сульфітному способі виробництва паперу в СВ також потрапляє сульфітний луг. У СВ гідролітичних виробництв наявні спиртові, фурфурольні компоненти, сивушні ефіроальдегідні та скипидарні фракції, а також кислоти.

1.1.4 Основні типи забрудників стічних вод мікробіологічної промисловості

Також підприємства мікробіологічної промисловості є потужними забрудниками водних ресурсів. СВ на даних підприємствах утворюються при виділенні та згущенні біомаси, а також під час мокрого очищення газоповітряних викидів, продування систем водопостачання, миття обладнання, трубопроводів і прибирання виробничих приміщень мокрим способом.

Викид забруднених СВ на цих підприємствах становить 80 %. Характерними забруднюючими речовинами, що потрапляють у СВ, є сульфати, хлориди, фосфор, сполуки азоту, метанол, фурфурол та ін. [8].

1.1.5 Основні типи забрудників стічних вод харчової промисловості

СВ підприємств харчової промисловості суттєво забруднені і характеризуються широким спектром забруднень. У виробничому циклі у воду надходять різні забруднюючі речовини, серед яких переважають відходи виробництва, сировини і матеріалів. В основному це органічні речовини тваринного походження. У СВ потрапляють залишки корму, кухонна сіль, миючі, дезінфікуючі речовини, нітроти, фосфати, луки, кислоти, а також хвороботворні мікроорганізми.

При змішуванні природних і стічних вод отримується складна водна система, яка містить цілий ряд органічних політантів різного походження. Склад

таких вод коливається в широких межах, однак вони завжди характеризуються високою кольоровістю, вмістом значної кількості органічних речовин, в тому числі великою кількістю органічних барвників і поверхнево-активних речовин (ПАР) різного типу та походження [9]. Це і грубодисперсні домішки, кислоти та луги, іони кольорових і чорних металів, різної природи барвники, феноли і крезолі, що застосовуються на фабриках як реагенти, а також нафтопродукти, які надають воді неприємного запаху і присмаку [10].

1.2 Методи очищення води від органічних забрудників

Для очищення виробничих СВ зазвичай використовують коагуляційні, сорбційні та окисні методи і їх комбінацію. Однак застосування кожного з них окремо обмежується рядом недоліків [9]. Всі відомі методи очищення СВ, що містять барвники, NOM, ПАР та іншого роду органіку, можна систематизувати у три основні групи [11]:

1. Реагентні методи, такі як коагуляція, електрокоагуляція та реагентна напірна флотація. Суть методів полягає у вилученні забруднень в осад шляхом осадження останніх на пластівцях гідроксидів металів, що утворюються при реагентній обробці СВ.

2. Сорбційні і сепараційні методи, такі як сорбція на активному вугіллі і макропористих іонітах, зворотний осмос, ультрафільтрація, пінна сепарація, електрофлотація.

3. Деструктивні окисно-відновні методи, які викликають глибокі перетворення органічних сполук. З деструктивних методів найбільш широко застосовують обробку СВ такими окисниками як хлор, озон, водню пероксид, або шляхом електрохімічного та електрокаталітичного окиснення.

1.2.1 Основні закономірності очищення СВ сорбційними та сепараційними методами

Сорбція – складний процес, заснований на фізичній і хімічній взаємодії сорбату і сорбенту. Фізична сорбція має оборотний характер зі збереженням індивідуальності сорбенту і сорбата. Хемосорбція – хімічний процес на межі розділу фаз, зазвичай необоротний і значно більш екзотермічний, ніж фізична сорбція. На відміну від біологічного процесу коливання температури та впливу токсичності для сорбції не мають такого великого значення. Застосовуються три види сорбції:

Адсорбція – поглинання речовини, поверхнею найчастіше твердого поглинача.

Абсорбція – поглинання, що супроводжується дифузією поглиненої речовини в глиб сорбенту з утворенням розчинів. Поглиначем зазвичай виступає рідина.

Хемосорбція – адсорбція, супроводжується хімічним впливом поглиненого речовини з сорбентом. Матеріал, на поверхні або в об'ємі пор якого відбувається концентрування речовини, називають сорбентом, а сама речовина сорбатом.

Фізична сорбція обумовлена силами молекулярної взаємодії, в основному дисперсійними. Останні виникають при зближенні молекул матеріалу сорбенту і сорбуючої речовини і проявляються в упорядкуванні руху частинок внаслідок взаємного тяжіння.

Видалити органіку природного і неприродного походження у воді можна за допомогою популярного сорбенту для очищення води – активованого вугілля. Вода може проходити через шар активованого вугілля або в неї вводять певну кількість вугілля.

Ефект від використання порошкоподібного активованого вугілля (ПАУ) при незначному вмісті шкідливих домішок в статичних умовах невеликий. Пояснюється це коротким проміжком часу контактування ПАУ з домішками.

Серед недоліків використання – неможливість регенерації або висока вартість даного процесу.

Безвуглецеві сорбенти досить поширені в технологіях водоочищення. Вони бувають природного і штучного виробництва: цеоліти, глинисті породи і т.д. Вони володіють підвищеною ємністю, здатністю обмінюватися катіонами, невисоку вартість і достатню поширеність.

Глинисті породи широко використовуються в процесі очищення води. Їх поверхня добре розвинена, має безліч мікропор різного розміру і здатна розширюватися.

Цеоліти являють собою алюмосилікатний каркасний матеріал. Характеризуються тривимірним алюмосилікатним каркасом з правильною тетраедричною структурою і негативним зарядом. Гідратовані іони лужних і лужноземельних металів розташовані в порожнинах каркасу і мають позитивний

заряд, що компенсує заряд каркаса. Цеоліти можна використовувати тільки для речовин, у яких розміри молекул менше вхідного отвору. Їх ще називають молекулярними ситами.

Широке застосування адсорбційних методів стримується значною вартістю адсорбентів, які використовуються в процесі очищення, складністю технологічної схеми, яка передбачає необхідність проведення стадій регенерації адсорбенту у міру заповнення його адсорбційної ємності молекулами барвників, необхідністю розробки технології утилізації відпрацьованих адсорбентів. Всі ці проблеми можуть бути вирішені у випадку застосування природних дисперсних сорбентів, родовища яких є в Україні. Запаси сорбентів у розвіданих родовищах значні, а їхня вартість у порівнянні з вартістю синтетичних сорбентів невелика, внаслідок чого відпадає необхідність в проведенні стадії регенерації сорбентів. Відпрацьовані сорбенти після їх фізико-хімічної обробки можуть бути використані для адсорбції синтетичних барвників зі СВ.

В Україні існують потужні підприємства кольорової металургії, в яких відходи з видобутку та переробки сировини становлять 1,5 млн. м³/рік, а загальна кількість вироблених – 20 млн. тон [8-10]. До них належать: Запорізький алюмінієвий комбінат (ЗАК), Дніпродзержинський хімзавод (ДХЗ) з відходами уранового виробництва, Дніпровський алюмінієвий завод (ДАЗ), Миколаївський глиноземний завод (МГЗ). Надзвичайну небезпеку становлять шламосховища цих підприємств, модернізація яких не проводилась вже багато років, а відходи від їх виробництв (зокрема, червоні шлами МГЗ 1,2 млн. тон/рік) накопичуються і складаються в шламосховищах (відношення сухих відходів підприємства до рідких 50 % на 50%) [11].

Основним фактором небезпеки на заводах є шламосховища (рисунок 1.4). Шламосховище представляє собою штучно створену ємність, призначену для «сухого» складування «червоного шламу».



1 – МГЗ; 2 – шламосховище №1; 3 – шламосховище №2

Рисунок 1.4 – Схема розташування МГЗ та його шламосховищ.

Шламосховища, зображення на рис 1.4 є екологічно небезпечними об'єктами. Чинниками небезпеки виділяють [12]:

- 1) потенційна можливість руйнування основної дамби шламосховищ внаслідок понаднормативної експлуатації як технологічної водойми, зміни клімату, невизначеного терміну зберігання накопиченого червоного шламу;
- 2) забруднення атмосферного повітря лужними випаровуваннями шламової пульпи від шламосховищ;
- 3) забруднення і погіршення якості ґрунтів;
- 4) забруднення атмосферного повітря і ґрунтів пилом червоного шламу від шламосховищ.

Вказані фактори небезпеки є реальними і підтверджуються практикою експлуатації шламонакопичувачів. Так, в 2003 році було зафіксовано вихід фільтраційних вод на низовому відкосі огорожувальної дамби шламонакопичувача №1. В 2011 р. спостерігалось пиління червоного шламу з шламосховища №2 внаслідок несприятливих метеорологічних умов. 11 та 24 лютого 2011 року - внаслідок несприятливих метеорологічних умов (низька вологість та температура повітря, шквалисті пориви вітру), виникла подія, пов'язана з масштабним та тривалим забрудненням атмосферного повітря пилом

«червоного шламу» в зоні розташування шламосховища №2 Миколаївського глиноземного заводу (рисунок 1.5).



Рисунок 1.5 – Пиління «червоного шламу» на шламосховищах ТОВ «Миколаївський глиноземний завод».

26 січня 2012 року було зафіксовано факт пиління «червоного шламу» на шламосховищах №1 та №2 ТОВ «Миколаївський глиноземний завод» (в межах санітарно-захисної зони).

«Червоний шлам» є перспективним реагентом в області очищення стічних вод для видалення токсичних важких металів, неорганічних аніонів (нітратів, фосфатів і фторидів), органічних барвників, фенолу і бактерій [11]. Також «червоний шлам» піддають кислотній та термічно-кислотній обробці для виготовлення ефективних адсорбентів для видалення фосфатів з водного розчину. Також, в роботах [13] розроблено спосіб в якому використовують попередньо активований «червоний шлам» для видалення фенолу зі стічних вод. Гранульований «червоний шлам» використовують для видалення фторидів з води. Видалення бору з водних розчинів також було досліджено за допомогою нейтралізованого «червоного шламу» [14, 15]. Перетворення «Червоного шламу»

в недорогий та ефективний адсорбент в світовій практиці здійснено для видалення кадмію, цинку, свинцю і хрому з водних розчинів.

Для очищення СВ, які забруднені барвниками та ПАР, широко застосовуються біохімічні методи. Наприклад, СВ текстильних підприємств після попереднього очищення на локальних установках рекомендують об'єднувати з господарсько-побутовими СВ в одну мережу і спільно очищати їх на загальнозаводських біохімічних спорудах або скидати у міські очисні споруди.

Ефективного знебарвлення можна досягти при пропусканні СВ через біофільтр з активним вугіллям або гранульованим матеріалом з поліефірних смол; ефективність знебарвлення залежно від типу і концентрації барвника сягає 95%. При очищенні СВ, забруднених барвниками, в аеротенках у поєднанні з активованим вугіллям ступінь вилучення органічної частини значно зростає із збільшенням дози вугілля та складає 95...99%.

Ефективним є застосування мембранної технології для рекуперації барвників і очищення відпрацьованих фарбувальних розчинів з їх повторним використанням в технологічному процесі. При цьому кількість використаної свіжої води вдається знизити на 70%, а коефіцієнт повернення барвників досягає 80...90%. Поєднання електрохімічного окиснення та мембранної технології дозволяє підвищити ефективність очищення СВ, забрудненої барвниками та ПАР, з 89,9% до 100% [16].

1.2.2 Основні закономірності очищення стічних вод деструктивними методами

Покращені окисні процеси (Advanced Oxidation Processes (AOPs))—це трансформовані процеси, які можуть посилювати існуючі схеми водоочищення. Процеси окиснення можуть руйнувати деякі сполуки і компоненти через окисно-відновні реакції з ними [17]. Сутність використання АОР методів полягає у використанні для окиснення гідроксильних радикалів, які мають дуже високу реакційну здатність. Радикали повинні синтезуватись на місці в реакторі, де вони зможуть зв'язати органіку в стічних водах. Гідроксильні радикали можуть бути

отримані в системах: ультрафіолетового випромінювання (УФ)/H₂O₂, O₃/H₂O₂, УФ/O₃, реактивом Фентона (двовалентного феруму і H₂O₂), TiO₂/УФ, і за допомогою інших систем.

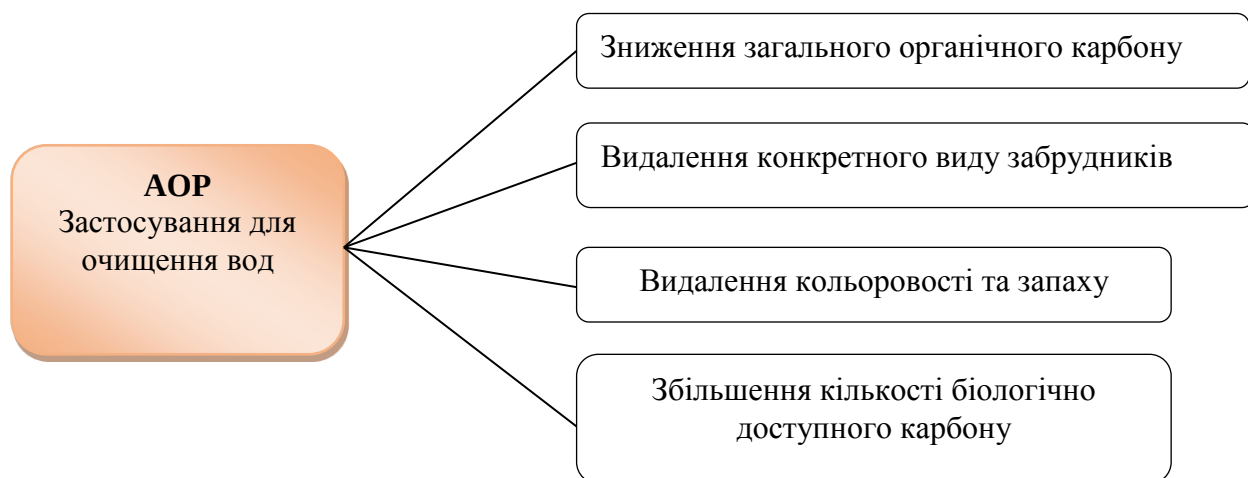


Рисунок 1.6 – Застосування AOPs для очищення вод.

Як показано на рисунку 1.6, AOPs можуть бути використані в очищенні стічних вод для зниження кількості загального органічного карбону (ХПК), видалення конкретного виду забрудників, обробки осаду, підвищення біодоступності стійких органічних речовин та зниження кольоровості і запаху води.

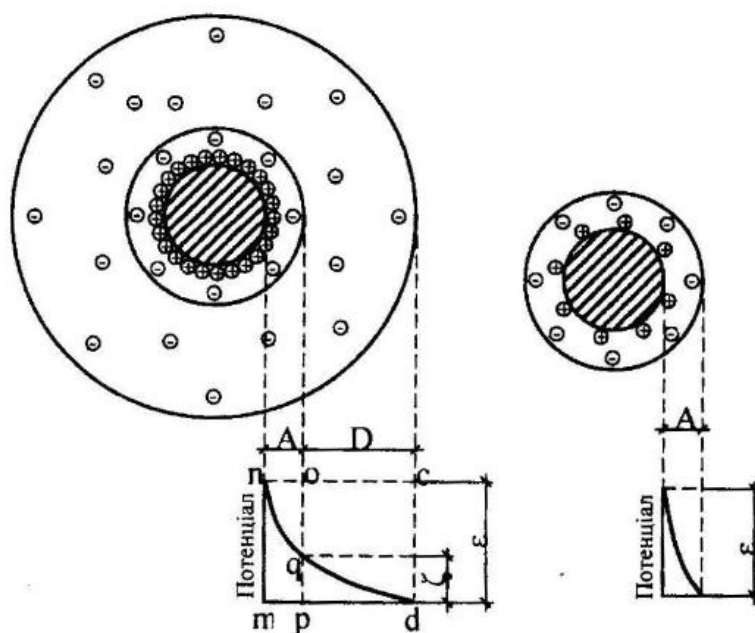
Деструктивні методи очищення СВ мають ряд істотних переваг в порівнянні з розглянутими вище. В першу чергу, це їх висока ефективність і технологічність, компактність, простота автоматизації і керування. В більшості випадків при їх реалізації не утворюються осади. При деструктивному очищенні органічні барвники розкладаються до більш простих, легко окисних органічних продуктів або мінеральних сполук, а ПАР руйнуються з втратою поверхнево-активних властивостей. Проте використання методів каталітичного окиснення вимагає великих капітальних і експлуатаційних витрат.

1.2.3 Основні закономірності очищення стічних вод реагентними методами

Найбільш поширеними методами для дестабілізації стійкої колоїдної системи СВ, забруднених барвниками, є коагуляційні методи, оскільки крім зниження забарвлення води, хімічного і біологічного споживання кисню вони дозволяють видаляти стабілізовані колоїдні домішки, які надають воді високої мутності.

Забруднена вода є гетерофазною системою, в дисперсійному середовищі якої (воді) розподілено дисперсну фазу у вигляді колоїдних частинок. Останні являють собою дрібні агрегати, що мають велику питому поверхню і володіють суттєвою поверхневою енергією і високою адсорбційною ємністю [18].

Утворенню колоїдних частинок передують формування твердої фази (ядра), що адсорбує з розчинів потенціал визначальні іони. Більш міцно адсорбуються ті іони, які більш суттєво зменшують вільну енергію поверхні твердої фази. В підсумку поглинання іонів поверхня ядра набуває заряд. Різноманітні заряджені іони (протиіони) групуються біля поверхні ядра внаслідок електронного притягання, формуючи поступово колоїдну частинку. За умови відсутності у воді теплового руху іонів, що обумовлює їх переміщення, протиіони утворили б мономолекулярний шар, який охоплював би колоїдну частинку на відстані іонного радіусу (рисунок 1.7 б).



а) $\xi > 0$; б) ізоелектричний стан $\xi = 0$; А – адсорбційний шар; D – дифузійний шар

Рисунок 1.7 – Будова міцелиприрусі (а) і в спокої (б).

Термодинамічний потенціал (ξ) у подібного подвійного шару є потенціалом на кордоні твердої і рідкої фаз. В дійсності упорядкована будова оболонки порушується з причини теплового руху іонів у воді і їх відривання, тому шар протиіонів, що оточує частинку, набуває дифузійного характеру (рисунок 1.7 а). Колоїдна частинка разом з оточуючим її дифузійним шаром зветься міцелою.

Відомо, що колоїдні частинки знаходяться в постійному русі, захоплюючи за собою молекули оточуючого частинку розчину, який рухається разом з нею у вигляді тонкої плівки. На рисунку 1.7 а лінія nm зображує поверхню колоїдної частинки, навкруги якої розташовано позитивні йони подвійного шару, а надалі – йони дифузійного шару, обмежені на рисунку лінією cd , що є межею електронейтрального комплексу міцели. При русі в електричному полі колоїдна частинка тягне за собою частину розчину, обмежену на рисунку лінією or , а частина йонів дифузійного шару, розташованого між лініями or і cd , відривається від частинки при її русі. При цьому частинка стає від'ємно зарядженою, а оточуючий її розчин набуває позитивний заряд. Перепад потенціалу, що виникає при цьому між частиною рідини, яка захоплюється частинкою, та іншим

розчином, зветься електрокінетичним потенціалом (ξ -потенціалом). Він змінюється при добавленні до колоїдної системи електролітів.

В випадку негативно заряджених частинок ξ -потенціал залежить від величини заряду катіонів електролітів, а для позитивно заряджених частинок – від величини заряду аніонів.

При добавленні електролітів концентрація іонів в дифузійному шарі збільшується і для компенсації зарядів на поверхні частинок вже необхідний менший об'єм дифузійного шару (себто має місце як би його стискання). Стиснення може досягти рівня, коли дифузійний шар не буде виходити за межі лінії, що обмежує поверхню ковзання колоїдної частинки при її русі (лінії орна рисунку 1.2 а). Тоді ξ -потенціал буде дорівнювати нулю, а колоїдні частинки будуть перебувати в ізоелектричному стані (це такий стан золю, при якому колоїдні частинки не мають електричного заряду). Таким чином, усуваються причини, що перешкоджають зближенню колоїдних частинок. Отже, вони об'єднуються і утворюють порівняно великі агрегати, що швидко осаджуються.

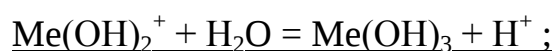
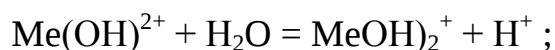
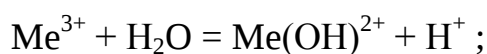
При коагуляційній обробці води коагуляція її домішок відбувається під впливом складної суміші електролітів, що містяться у воді, і під впливом іонів, що надходять до води разом з коагулянтом. Так, при застосуванні алюмінію чи феруму сульфатів до води надходить значна кількість сульфат-іонів, а при застосуванні феруму хлориду – хлорид-іонів. За наявності в забрудненій воді власних іонів коагуляція ускладнюється внаслідок підсилення (або послаблення) ефектів впливу окремих коагулюючих іонів.

В природних і в деяких стічних водах їх каламутність і кольоровість обумовлені гідрофобними або слабкогідрофільними колоїдами. Гідрофобні або слабкогідрофільні колоїди утворюються й в процесі коагулювання забруднених вод. Тому повне уявлення щодо поведінки колоїдів при водоочищенні можна одержати лише за оцінкою факторів стійкості вказаних колоїдів. Наявність гідрофільних властивостей у колоїдів забруднених вод визначається трьома факторами: малою чутливістю до вмісту електролітів; здатністю утримувати значну кількість води осадами коагуляції; прояв захисних властивостей по

відношенню до глинистих суспензій, колоїдної силікатної кислоти, золів алюмінію і феруму (III) гідроксидів.

Традиційні коагулянти є солями слабких основ (лугів) і сильних кислот (алюмінію і феруму сульфати, феруму хлорид та ін.). При їх розчиненні перебігає гідроліз з утворенням малорозчинних основ (лугів). У воді ж накопичуються іони гідрогену, надаючи останній кислої реакції. Повнота реакції гідролізу має велике значення для якості очищеної води, тому що надлишок іонів алюмінію або феруму є дуже обмеженим або навіть неприпустимим [19, 20].

Гідроліз коагулянтів, як солей слабких багато основних лугів і сильних кислот, перебігає за декілька стадій:



Структуроутворення в гідро золях алюмінію й феруму розглядається як процес виникнення суцільної просторової сітки з наступним розривом її під впливом гідродинамічних чинників. У результаті розриву утворюються мікропластівці, що укрупнюються в ході наступного об'єднання.

Незалежно від застосовуваного коагулянту процес коагуляції перебігає не миттєво, а вимагає для свого завершення деякого проміжку часу. В процесі укрупнення колоїдні частинки проходять стадії «прихованої», а потім «явної» коагуляції, які супроводжуються утворенням пластівців і видаленням їх у вигляді осаду. Пластівці, що утворюються безпосередньо після присадки коагулянту і є невидимі простим оком, поступово з'єднуються у великі комплекси, відбувається замушення води, що з часом підсилюється, після чого утворюються ще більш великі і пухкі пластівці, що осаджуються на дно і захоплюють із собою всі грубо дисперсні забруднення. Поступове осадження пластівців супроводжується підвищенням прозорості води.

Густина, міцність на стиснення і швидкість осадження завислих частинок

зростають при обробці солями феруму та при наявності у воді механічних домішок. Введення коагулянтів розширює діапазон значень рН, а механічні домішки зумовлюють досягання критичної концентрації, яка необхідна для пластівцеутворення, що дозволяє зменшити дозу коагулянту.

Враховуючи виняткові переваги методу коагуляції перед загальновідомими методами, а саме її досконали екологічність, селективність – здатність сорбенту вибірково утримувати молекули певних речовин і не затримувати молекули інших речовин, мікробіологічна чистота – відсутнє скупчення мікробів і вірусів та бактеріостатичний ефект – здатність перешкоджати зростанню і розмноженню бактерій стає доцільно використовувати коагуляцію, так як цей метод є найбільш ефективним для дестабілізації стійкої колоїдної системи.

Але через різноманітність вмісту та невисокі концентрації забруднювачів дуже часто традиційною коагуляцією неможливо досягнути задовільних результатів вилучення шкідливих речовин. Тому існує необхідність використання дорогих коагулянтів та їх високої дози.

З цього приводу можливі два шляхи вирішення даної проблеми.

Перше – це заміна дорогих промислових коагулянтів на більш дешеві, синтезовані з відходів виробництв. Реагентами, які використовуються в процесі коагуляції для очищення СВ, є коагулянти – алюмінійвмісні та ферумвмісні речовини. Але використання коагулянтів, синтезованих з високоякісної сировини, є економічно не вигідним, тому як сировину для виготовлення коагулянту доцільно використовувати відходи вітчизняних виробництв. У процесі пошуку ефективної, екологічно безпечної та найбільш економічно вигідної сировини для виробництва коагулянту досліджуються відходи глиноземних виробництв.

За сучасними даними, в результаті роботи більшості алюмінієвих заводів утворюються відходи, що складаються в основному з оксидів, що містять до 50% Fe_2O_3 та 10 % Al_2O_3 та інших корисних металів. Ці відходи називаються «червоними шламами» і є тонко подрібненими відходами, що містять велику кількість цінних компонентів, витяг багатьох з яких може бути рентабельним.

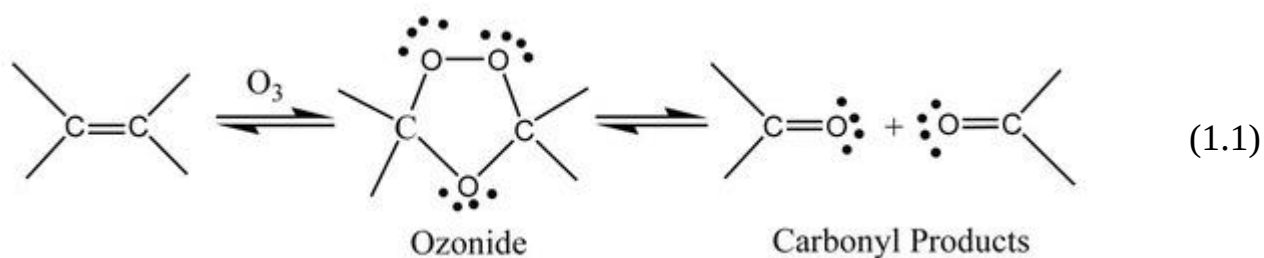
Комплексний коагуляційний реагент [21, 22, 23], синтезований з відходів глиноземних виробництв – «червоний шлам», абсолютно новий, екологічний, ефективний реагент, який має перспективу застосування в водоочисних системах. Використання такого реагенту дозволить не лише здешевити традиційну коагуляційну очистку, а й вирішити глобальну екологічну проблему – накопичення шкідливих відходів.

Другим варіантом вирішення проблеми оптимізації коагуляційного процесу може стати покращення вже існуючої технології використовуючи додаткові процеси, такі як преозонування, постозонування та інші. Таким комбінування можна досягти збільшення ефективності процесу очищення та зменшення дози дорогого коагулянту [1].

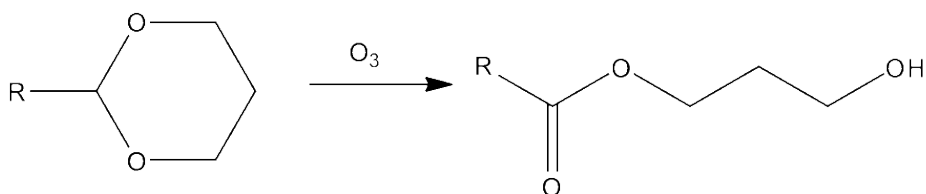
1.3 Переваги використання комбінованих методів водоочищення

За останні роки стало звичайною практикою для багатьох станцій водопідготовки включати стадію прехлорування або преозонування. Передбачалося, що окиснення може підвищити ступінь видалення природних органічних речовин і каламутності при коагуляції. Проте механізм впливу озону на коагуляцію повністю не зрозумілий [24].

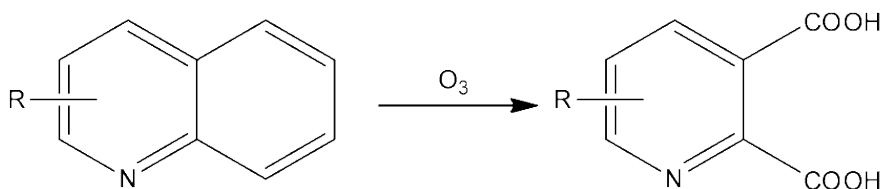
Механізм впливу озону на органічні речовини найпростішим чином можна представити перетворенням (1.1):



Для органічних сполук із складним ланцюгом та із включеннями циклічних сполук механізм деструкції озоном описується (1.2):



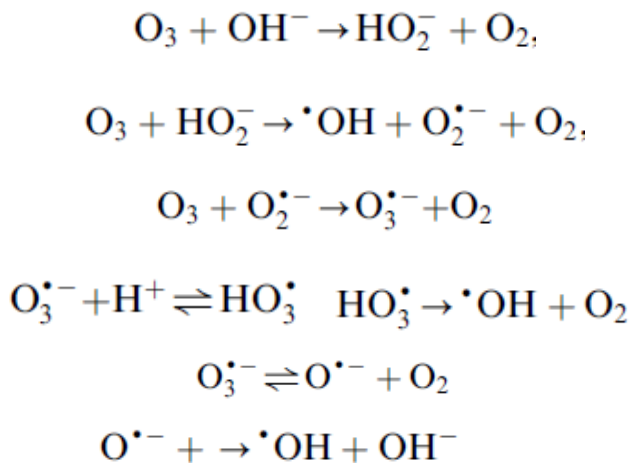
(1.2)



Ефект попереднього озонування залежить від багатьох факторів [25], у тому числі: властивостей органічної речовини, рН, типу коагулянту і концентрації кальцію у воді.

У кислому середовищі, першорядне значення прямого окислення має молекулярним озону, в той час як в гідроксильних умовах, таких як високий рН, вплив УФ або додаванням перекису водню, що сприяють виробництву вільних радикалів, гідроксильне окислення починає домінувати.

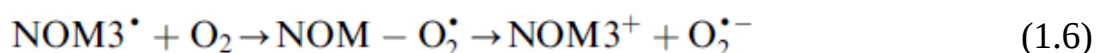
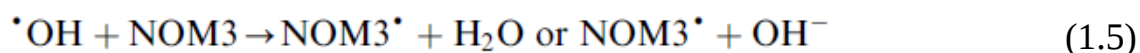
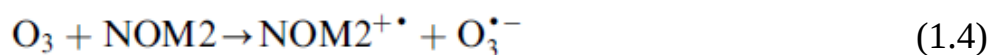
рН води має дуже важливе значення, тому що іони гідроксиду ініціюють розкладання озону, яке протікає за таким стадіями [26, 27]:



Відповідно до двох перших реакцій ініціювання розкладання озону може бути штучно прискорене шляхом збільшення рН або додаванням перекису водню.

Наявність NOM у воді може вплинути на стабільність озону двома способами [28, 29, 30]: NOM може або безпосередньо реагувати з озоном (1.3 та

1.4) або побічно впливати на його стабільність шляхом продувки радикалів OH (1.5 та 1.6)



Пропонується два можливих механізми вплив озону на коагуляцію:

- окиснення озоном адсорбованих органічних речовин, їх гідрофілізація і в кінцевому підсумку десорбція, що веде до дестабілізації частинок
- озон виступає як каталізатор полімеризації розчиненого органічного карбону і подальшої адсорбції частинок і їх коагулювання.

Виявлено, що при використанні алюмінієвого коагулянту, преозонуванням утруднено видаленням каламутності і розчинених органічних речовин. Проте застосування катіонних полімерів і преозонування призводять до невеликих, але статистично значущих збільшень видалення обох компонентів. Автори наукових робіт [31] припускають, що преозонування зменшує поверхневий заряд частинок, що призводить до поліпшення коагуляції – нейтралізації заряду. Також можливий позитивний ефект преозонування на розчинені органічні речовини, крім того виявлено, що озono-індукована дестабілізація часток відбувається тільки в присутності кальцію. Використання озону призводить до поліпшення коагуляції і впливає на ефективність фільтрації. Тим не менше, інші дослідники не виявили покращень використання озонування для фільтруванні води з високою вихідною каламутністю. За даними з потужних водоочисних станцій, встановлено, що попереднє озонування було більш ефективним, ніж попереднє хлорування.

В роботі [32] представлено огляд впливу озону на коагуляційні та фільтраційні процеси. Хоча озон має багато переваг, його витрата є значною і його розміщення на водопідготовчій станції повинна бути обрана з чітким розумінням його впливу на інші процеси і на кінцеву продукцію. Він відзначив, що

вплив озону на коагуляції залежить від типу коагулянту і від характеристики якості води, для якої відбувається підбір оптимальної дози коагулянту. Озонування перетворює сполуки розчиненого органічного карбону на простіші, більш насичені киснем, які надають більшу спорідненість до металу коагулянту, ніж у вихідних сполуках. У цьому випадку, озонування може призвести до збільшення оптимальних доз коагулянту. Озон може реагувати з адсорбованим розчиненими органічними сполуками і змінювати їх кількість, а також конформацію, що може призвести до зниження дози коагулянту.

Японські вчені виявили, що природні органічні речовини [33] мають дуже сильний вплив на стабільність неорганічних частинок через адсорбцію, питому поверхню і т.д., в результаті чого вода з високим вмістом природних органічних речовин є важкою для очищення. Для оцінки ефективності видалення природних органічних речовин попереднім окисненням в роботі [34, 35] було проведено ряд тестів та контрольні дослідження, в результаті яких спостерігалось підвищення ефективності видалення кольоровості води, вилучення розчинених органічних речовин, феруму, марганцю та бактерій.

Виявлено, що озон-індукована дестабілізація часток відбувається тільки в присутності кальцію і було запропоновано, що дестабілізуючий вплив обумовлений зниженням стабільності частинок за рахунок зниження поверхневого заряду. Едвардс і Бенджамін [1, 29] у 1992 році досліджували вплив озону при кількох різних параметрах якості води, які впливають на поведінку частинок в системах очищення води. Вони виявили, що при озонуванні не зменшується мінімальна доза коагулянту для $AlCl_3$, $FeCl_3$ коагулянтів. Загалом, руйнування та дестабілізаційні явища, обумовлені озонуванням, були в основному викликані зміною рН або осадженням $CaCO_3$. Оскільки ці зміни більш ефективні і з меншими витратами, що повинно бути належним чином враховано при оцінці справжніх переваг озонування по відношенню до видалення частинок.

З аналізу літературних джерел, найбільш ефективно на сучасному етапі застосовувати комплекс методів для задовільного очищення водних об'єктів із вмістом органічних речовин різного походження. Механізм поєднання

коагуляційних процесів із озонуванням є найбільш привабливим для досягнення раціональних результатів, як з точки зору економічних показників, так і з точки зору високої якості очищуваної води.

На сьогоднішній день не вивчено і остаточно не вирішено за яким механізмом проходить процес озонування органічних речовин, а також не встановлено у яких комбінаціях варто поєднувати озонування та коагуляцію та які дози озону при цьому будуть приводити до покращення коагуляційного процесу.

Для досягнення мети дисертаційної роботи потрібно вирішити наступні задачі:

- виявлення основних закономірностей очищення водних об'єктів коагуляційним методом у поєднанні із озонуванням та вивчення механізму впливу озону на деструкцію високомолекулярних органічних сполук;
- встановлення впливу сумісного озонування – коагуляції на ефективність процесу очищення та ступінь деструкції органічних речовин різного походження;
- виявлення коагуляційних властивостей та основних закономірностей використання комплексного реагенту отриманого з відходів глиноземних виробництв для очищення води від органічних сполук;
- розробка технологічної схеми водоочищення із застосуванням реагенту комплексної дії у поєднанні з озонуванням.

РОЗДІЛ 5

2 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Як видно з методики проведення експериментальної частини, в експерименті використовувалися шкідливі речовини, скляний і порцеляновий лабораторний посуд, електрична та теплова енергія. Робота виконувалася в лабораторії кафедри загальної хімічної технології та технології неорганічних речовин хіміко-технологічного факультету Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут», а також частина експерименту виконувалась на базі Норвезького Університету Природничих Наук в лабораторії проблем питної води та водоочищення. Експериментальна частина виконана з урахуванням вимог охорони праці, пожежної безпеки на виробництві. У даному розділі, на основі результатів аналізу шкідливих небезпечних факторів в лабораторії, розроблено заходи та засоби для поліпшення умов праці, пожежної безпеки в лабораторії та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

2.1 Охорона праці

2.1.1 Виявлення і аналіз шкідливих і небезпечних виробничих факторів. Заходи з охорони праці

2.1.1.1 Повітря робочої зони

Згідно ДСН 3.3.6.042-99 роботи, які виконуються в лабораторії відносяться до категорії І б – легкі роботи [42]. У таблиці 5.1 наведені санітарні норми мікроклімату, а також їх фактичні значення. Робота в лабораторії є небезпечною через ймовірність отримання працівниками професійних захворювань та отруєнь. Це пов'язано з тим, що в процесі роботи доводиться працювати з хімічними речовинами, здатними згубно впливати на організм людини.

Температура повітря в приміщенні є оптимальною і становить 18 °С в холодний період року та 21 °С в теплий період року. Відповідають нормі також

значення відносної вологості повітря та швидкості руху повітря в лабораторії. Тобто мікроклімат приміщення відповідає санітарним нормам. В холодний період року фактичні значення параметрів мікроклімату підтримуються за рахунок використання системи центрального водяного опалення.

У хіміко-технологічній лабораторії використовується вентиляційна система загальнообмінного типу та встановлена витяжна шафа, що представляє собою ковпак великої ємності, всередині якого проводяться роботи зі шкідливими речовинами.

Таблиця 5.1 – Санітарні норми мікроклімату в робочих приміщеннях

Категорія робіт	Період року	Параметри мікроклімату					
		Температура, °С		Відносна вологість повітря, %		Швидкість руху повітря, м/с	
		Допустима	Фактична	Допустима	Фактична	Допустима	Фактична
Легка 16	Теплий	28	28	40-60	51	< 0,3	0,3
	Холодний	20-24	20	до 75	60	до 0,2	0,1

У таблиці 5.2 наведена коротка санітарна характеристика приміщення лабораторії.

Для нормалізації параметрів мікроклімату робочої зони реалізовані наступні заходи:

- кондиціювання повітря;
- заміна шкідливих речовин менш шкідливими;
- використання засобів індивідуального захисту.

Таблиця 5.2 – Коротка санітарна характеристика приміщення лабораторії

Назва лабораторії	Шкідливі речовини, що виділяються, причини їх виділення	Група шкідливої речовини, характеристика шкідливої дії	ГДК шкідливої речовини у повітрі робочої зони, мг/м ³	Клас небезпечності	Засоби індивідуального захисту: тип, марка, ГОСТ	Засоби долікарської допомоги	Методи контролю вмісту шкідливих речовин у повітрі робочої зони
1	2	3	4	5	6	7	8
Хіміко-технологічна	O ₃	При перевищенні допустимої концентрації в повітрі подразнює слизову оболонку та очі.	0,1	IV	окуляри, захисні рукавички, респіратори	Винести потерпілого на свіже повітря, терміново викликати швидку	Експрес-метод: газоаналізатори 3.02П-Р
	Сульфатна кислота	Подразнює шкіру, токсична		II	Халат ГОСТ 12.4.103-83, напівмаска ГОСТ 12.4.034-85	Промивання місця ураження водою, нейтралізація розчином соди	Періодичний контроль за допомогою індикаторних методів хімічного аналізу
	Гідроксид натрію	Подразнює шкіру, токсична		II	Халат ГОСТ 12.4.103-83, напівмаска ГОСТ 12.4.034-85	Промивання місця ураження водою, нейтралізація розчином оцтової кислоти	Періодичний контроль за допомогою індикаторних методів хімічного аналізу

2.1.1.2 Виробниче освітлення

Роботи в лабораторії, згідно ДБН В. 2.5-28-2009 відносяться до IVв розряду зорових робіт [43]. Приміщення лабораторії забезпечено природним і штучним освітленням, яке здійснюється за допомогою люмінесцентних ламп.

Норми освітлення робочих місць і КПО для зорової роботи середньої точності згідно ДБН В.2.5-28-09 представлені у таблиці 5.3. У приміщенні лабораторії природне бокове одностороннє освітлення. В якості джерел штучного освітлення використовуються люмінесцентні світильники ВОД з лампами ЛБ, які розміщені у верхній зоні приміщення для здійснення загального рівномірного та загального локалізованого освітлення. Дані світильники за своєю будовою являються захищеними від пилу, вологи і хімічно активного середовища. Напруга мережі 220В.

Таблиця 5.3 – Санітарні норми параметрів освітлення робочого місця

Освітлення робочих поверхонь при штучному освітленні, лк			КПО при боковому при природньому освітленні, %	КПО при сумісному освітленні, %
комбіноване	загальне	фактичне		
400	200	200	1	0,9

Для поліпшення освітленості в лабораторії стіни пофарбовано у світлі тони. Раз на рік передбачено очищення вікон. Для контролю освітленості двічі на рік у відповідності з ГОСТ 24940-96 заплановано проводити вимірювання освітлення за допомогою фотоелектричного об'єктивного люксметра типу Ю-116.

2.1.1.3 Захист від шуму і вібрації

Шум в лабораторії виникає при роботі витяжної шафи, при перетиранні і перемішуванні твердих матеріалів вручну, при роботі озонатора, водоочисної установки.

Згідно ДСН 3.3.6.03799 допустимий рівень звуку при виконанні висококваліфікованої роботи, вимірювальної та аналітичної роботи складає 60 ДБА.

Загальний рівень шуму при виконанні науково-дослідної роботи складав 52 ДБА, і, отже, не перевищував норму. Таким чином, розробляти додаткові заходи щодо зниження рівня шуму немає потреби.

2.1.1.4 Електробезпека

У приміщенні лабораторії передбачено живлення електрообладнання від трифазної чотирьохпровідної електричної мережі змінного струму промислової частоти напругою 380/220 В з глухозаземленою нейтраллю. Можливою причиною ураження електричним струмом в лабораторії є випадковий дотик до корпусу пошкодженого приладу чи до струмопровідної частини з порушеною ізоляцією, або ситуація, коли людина доторкається до ушкодженої приладу, стоячи на вологій підлозі.

Згідно ГОСТ 12.1.038-82 гранично допустимі значення струмів, що проходять через людину, і напруга дотику дорівнюють:

- при нормальному режимі: $I_{\text{л}} = 0.3 \text{ мА}$, $U_{\text{пр}} = 2 \text{ В}$, $t \leq 10 \text{ хв} / \text{добу}$;
- при аварійному режимі $I_{\text{л}} = 6 \text{ мА}$, $U_{\text{пр}} = 36 \text{ В}$, $t > 1 \text{ с}$.

Порівнюють розрахункове значення із гранично допустимим значенням струму (I , мА):

$$I_{\text{л}} = \frac{U_{\phi} \cdot 10^3}{R_{\text{л}} + R_{\text{о}}}, \quad (5.1)$$

де $R_{\text{л}}$ – опір тіла людини, Ом;

$R_{\text{о}}$ – опір нейтралі заземлення, Ом;

U_{ϕ} – фазова напруга, В.

$$U_{\partial} = I_{\partial} \cdot R_{\partial} \cdot 10^3, \text{ В}; \quad (5.2)$$

$$R_{\partial} = 2 \text{ кОм}; \quad R_o = 4 \text{ Ом}; \quad (5.3)$$

$$I_{\partial} = \frac{220 \cdot 10^3}{2000 + 4} = 110 \text{ мА}; \quad (5.4)$$

$$U_{\partial} = 0,11 \cdot 2000 = 220 \text{ В}. \quad (5.5)$$

Як видно з порівнянням розрахованих із допустимими величинами при порушенні вимог ПУЕ можливі електротравми з важкими наслідками.

Лабораторні приміщення за безпекою ураження людей електричним струмом відносяться до класу приміщень без підвищеної небезпеки. На підставі результатів аналізу небезпеки експлуатації електричного обладнання в лабораторії з урахуванням вимог нормативної документації реалізовані наступні заходи для захисту працівників від ураження електричним струмом:

- занулення корпусів обладнання у відповідності з ПУЕ;
- ізоляція струмопровідних частин обладнання, всі відкриті електричні контакти та місця з'єднання проводів в електричній схемі накриті ізоляційними ковпачками, $R_{из}$ не менше 0,5 Ом;
- на робочі місця струм підводиться прихованою електропроводкою;
- контрольно-вимірювальне обладнання розміщується на щитках, зручних для спостереження і обслуговування;
- захисне відключення забезпечує автоматичне відключення електроустаткування при виникненні в ньому небезпеки ураження струмом;

В лабораторії є загальний рубильник, що дозволяє здійснювати відключення всієї мережі високої напруги. Як основні захисні засоби передбачено інструменти з ізольованими ручками, гумовими килимками, ізолюючими підставками.

Під час роботи постійно проводиться перевірка справності електроізоляції проводки.

2.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях

2.2.1 Атестація робочих місць

Оцінка фактичного стану праці на робочому місці проводиться за даними атестації робочого місця й спеціальних інструментальних вимірів рівнів факторів виробничого середовища, які відображені на карті умов праці робочого місця дослідника. Дані занесені до таблиці 5.4

Дата заповнення: 1 травня 2015 року

Відповідальний за заповнення карти: Верещук Н.В.

Назва дільниці: Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», Хіміко-технологічний факультет, кафедра загальної хімічної технології та технології неорганічних речовин, хімічна лабораторія, аудиторія №162

Таблиця 5.4 – Карта умов праці на робочому місці в лабораторії

№п/п	Фактори виробничого середовища	Нормативи ГДК	Фактичне значення	Ступінь шкідливості фактора, бали	Тривалість за зміну, Т	Шкідливість фактична бали
1	2	3	4	5	6	7
1	Шкідливі хімічні речовини, мг/м ³ :					
	Сульфатна кислота (II клас небезпеки)		-	1	0,1	0,1
	O ₃ (IV клас небезпеки)	0,01	-	1	0,1	0,1
3	Гідроксид натрію (II клас небезпеки)		-	1	0,1	0,1
2	Мікроклімат у приміщенні:					
	Температура повітря, °C	17 - 19	18	-	1	-
	Швидкість повітря, м/с	0,2	0,2	-	1	-
	Відносна вологість повітря, %	60-40	50	-	1	-

Продовження таблиці 4.4

1	2	3	4	5	6	7
3	Напруженість праці:					
	Увага (% часу зміни)	70	70	-	0,7	
	Час спостереження за ходом лабораторного процесу без активних дій, % тривалості зміни	20	20	-	0,4	
4	Освітленість в приміщенні, лк	300	300		0,5	
5	Виробнича і локальна вібрація	63	32		0,3	
6	Інфразвук, дБ	відсутній		-	-	-
7	Ультразвук, дБ	відсутній		-	-	-

Сумарна фактична шкідливість становить 0,2 бали. Розмір доплати до тарифної ставки буде становити 4 %.

Згідно з даними карти умов праці на робочому місці інженера воно підлягає раціоналізації. У відповідних підрозділах наведені засоби і заходи для забезпечення здорових і безпечних умов праці та їх покращення.

2.2.2 Безпека проведення експериментальної частини НДР

Під час роботи в лабораторній кімнаті небезпеку для здоров'я працюючих представляє робота з фотоелектрокалориметром, електропідігрівом, скляним посудом, порошками, а також шкідливими речовинами. При роботі електрична піч має дуже високу температуру (до 1100 °C). Робота в лабораторній кімнаті без захисних засобів може призвести до отримання опіків різного ступеня. Пил запливає і подразнює слизові оболонки очей, верхні дихальні шляхи і викликає різні захворювання легенів.

При виконанні експериментальної частини НДР існує небезпека отримання механічних травм (порізів, наприклад), оскільки використовується скляний і порцеляновий посуд. Травми можуть бути отримані через використання битого посуду, а також через використання замість термостійкої – звичайної посуду. При

порізі, або проколі битим склом, шкідливі речовини можуть потрапити в кров, що може призвести до тяжких наслідків. При порушенні методики проведення охолодження, після термообробки, можуть бути отримані термічні опіки.

На підставі результатів аналізу небезпеки проведення робіт в лабораторії реалізуються наступні заходи, спрямовані на запобігання травматизму на робочому місці:

- до самостійного виконання робіт в лабораторії допускаються особи, які досягли 18 років і пройшли медичний огляд, вступний інструктаж з охорони праці, первинний інструктаж на робочому місці та пожежної безпеки, а також пройшли професійне навчання;
- всі роботи, пов'язані з виділенням шкідливих речовин, напиленням, проводяться у витяжній шафі;
- не використовується посуд, який має тріщини або відбиті краї;
- посуд, який має тріщини, не використовується для робіт, пов'язаних з нагріванням;
- не нагріваємо нетерmostійкий посуд, а також різко не охолоджуємо нагрітий посуд;
- запаси реактивів зберігаються в тарі з написом, вказуючи їх зміст, в спеціально обладнаних, добре вентильованих сухих приміщеннях на постійних місцях;
- необхідні для щоденної роботи реактиви в обмежених кількостях зберігаються в шафах для реактивів у лабораторному приміщенні;
- зберігання їжі і харчових продуктів передбачено в окремих приміщеннях;
- особистий одяг зберігати в шафах в неробочому приміщенні;
- робочий одяг зберігається окремо від особистого;
- працівники лабораторії забезпечені спецодягом та засобами індивідуального захисту: гумовими рукавицями, респіраторами, халатами з бавовняної тканини.

У медичній аптечці на робочому місці передбачено наявність розчинів крохмалю, йоду, бинт і вата. Наявність шкідливих речовин в повітрі періодично

контролюється в залежності від класу небезпеки використовуваних речовин. Перед виходом з лабораторії необхідно відключити подачу електроенергії. Допустима температура поверхні печі:

$$t_{\text{п}} = t_{\text{опп.р.з.}} + 2^{\circ}\text{C}, \quad (5.6)$$

де $t_{\text{п}} = 24^{\circ}\text{C} + 2^{\circ}\text{C} = 26^{\circ}\text{C}$,

$t_{\text{опп.р.з.}} = 24^{\circ}\text{C}$ допустима температура.

2.2.3 Пожежна безпека

Можливі причини виникнення пожежі:

- порушення ізоляції електропроводки;
- виділення тепла в результаті хімічних реакцій;
- вплив високих температур на речовину;
- загоряння речовин при їх одночасному зберіганні;
- виникнення короткого замикання електропроводки;
- займання горючих речовин при попаданні в них окиснювача;
- перевантаженість електричної мережі, результатом якої є нагрів і загоряння електропроводки або схем електрообладнання.

Будівля, в якій знаходяться лабораторії, побудована з матеріалу, який важко загорається, і відноситься до III ступеня вогнестійкості. Для забезпечення пожежної безпеки в лабораторії застосовуються наступні заходи:

- до роботи допускаються особи, які пройшли протипожежний інструктаж;
- вентиляційні системи, повітропроводи, витяжні шафи виготовлені з вогнестійкого вогнетривкого матеріалу;
- приміщення лабораторії забезпечено автоматичною пожежною сигналізацією, теплові датчики розташовані на стелі і спрацьовують при підвищенні температури до заданої межі. З метою захисту від загоряння всі прилади та електрообладнання забезпечені запобіжниками;
- встановлено максимально допустимі температури нагріву;

- в приміщенні лабораторії встановлено швидкодіючі засоби захисного відключення можливих джерел загоряння;
- для усунення вогню пожежі, що виникла, є вогнегасники вуглекислотні ОУ-2, ковдри, ящик з піском.

Для гасіння невеликих вогнищ, загорянь горючих рідин, газів, електроустановок напругою до 1000 В, металів і їх сплавів використовуються порошкові вогнегасники ОП-1, ОП-25, ОП-10.

Від прямого удару блискавки будівля захищена груповими стрижньовими блискавковідводами, а від занесення високих потенціалів блискавки – заземленням електропровідних комунікації до стінки і в середині будівлі.

Показники пожежо- та вибухонебезпечних речовин та матеріалів, що знаходяться в лабораторії, наведено в таблиці 5.5.

Таблиця 5.5 – Показники пожежної та вибухової небезпечності речовин та матеріалів. Класифікація виробництва пожежо- та вибухонебезпечності

Назва дільниць, приміщень зовнішніх установок	Речовини, що мають обіг у виробництві	Агрегатний стан речовини в нормальних умовах	Горючість, займистість, вибухонебезпечність	Показники пожежо- і вибухонебезпечності			Вогнегасні засоби	Категорія приміщення за ОНП 34- 86	Класприміщення (зони) і зовнішніх установок згідно з ПУЕ	Категорія об'єкта і тип зони захисту по влаштуванню грозозахисту згідно з БН 305-77
				Температура спалаху	Температура займання	Температура самозаймання				
Лабораторія	Деревина	тв.	горить	225	225	260	ВВ-2, ВВ-5	В	В-1б	ІІ-б
	Текстоліт	тв.	горить, важкоспалахуючий	358	363	500'	ВВ-2, ВВ-5	В	В- ІІа	ІІ-б
	Природний газ	г	Горить, вибухонебезпечний	87,8	650	537,8	Об'ємне гасіння	В	В- ІІа	ІІ-б

2.2.4 Аналіз небезпеки об'єкта

Згідно з Положенням «про аналіз небезпеки об'єкта» лабораторія відділу Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут», Хіміко-технологічного факультету, кафедри загальної хімічної технології та технології неорганічних речовин, відноситься до категорії потенційно небезпечних об'єктів, рівень Б. Згідно з класифікацією пожеж за ГОСТ 27331-87, пожежа відноситься до класу В підкласу В2, який характеризується горінням рідких речовин розчинних у воді (спирт, ацетон та ін.).

Аварійні ситуації можуть виникнути в разі: ураження електричним струмом, виходу з ладу водопостачання, витікання газу з балонів, вибуху балонів з киснем, підвищеної загазованості приміщення, розливу розчинів концентрованих реагентів, виходу з ладу механічного та електричного обладнання, займання або самозаймання речовин, виходу з ладу вентиляції та інше.

В разі аварійної ситуації забороняється допускати сторонніх осіб в небезпечну зону, повідомити про те, що сталося керівника робіт. Особи, як і зайняті ліквідацією аварій, повинні бути забезпечені індивідуальними засобами захисту. При виникненні пожежі викликати пожежну частину та приступити до гасіння підручними засобами пожежогасіння. Якщо є потерпілі надавати їм першу медичну допомогу; при необхідності викликати швидку допомогу. Виконувати всі вказівки керівника робіт по ліквідації небезпеки.

Оцінка надійності захисту робітників і службовців об'єкта з використанням захисних споруд за місткістю

Місткість ЗС визначають відповідно до прийнятих норм за площею і об'ємом приміщень на одну людину. Розрахунок роблять окремо по кожній захисній споруді, а потім визначають загальну кількість місць в усіх сховищах на об'єкті і показник інженерного захисту за місткістю K_m .

1) Розраховуємо кількість місць $M_{пр}$ за площею приміщення для укриття людей, $S_{пр}$, виходячи з норми на одну людину: $S_1 = 0,5 \text{ м}^2$, якщо висота h

становить 2,15–2,9 м, що дозволяє встановити двох'ярусні нари, S_1 становить 0,4 м², якщо висота h становить 2,9–3,5 м, що дозволяє встановити трьох'ярусні нари:

$$M_{\text{пр}} = \frac{S_{\text{пр}}}{S_1}, \quad (5.7)$$

$$M_{\text{пр}1} = 24/0,5=48 \text{ ос};$$

$$M_{\text{пр}2}=190/0,5=380 \text{ ос};$$

$$M_{\text{пр}3}=190/0,5=380 \text{ ос}.$$

2) Розраховуємо кількість місць за об'ємом приміщень M_o (перевіряють відповідність об'єму повітря приміщень на одну людину – не менше 1,5 м³. Ця кількість повітря передбачена для забезпечення життєдіяльності людей протягом 3–4 год. на випадок, коли буде порушено повітропостачання):

$$M_o = \frac{(S_{\text{пр}} + S_{\text{д}}) h}{1,5}, \quad (5.8)$$

$$M_{o1}=(24+5) \cdot 2,3/1,5= 44 \text{ ос}.$$

$$M_{o2}=(190+65+10) \cdot 2,3/1,5=406 \text{ ос}.$$

$$M_{o3}=(190+65+10) \cdot 2,3/1,5=406 \text{ ос}.$$

3) Розраховуємо загальну місткість усіх захисних споруд об'єкта:

$$M_3=48+380+380=808 \text{ ос}.$$

4) Визначаємо коефіцієнт місткості захисних споруд об'єкта:

$$K_M = \frac{M_3}{N}, \quad (5.9)$$

$$K_M = 808 / (110 + 265 + 315 + 45) = 1,1.$$

5) Визначаємо потрібну кількість нар у кожній захисній споруді: двох'ярусних $H = M/5$ (одні нари завдовжки 180 см забезпечують 4 місця для сидіння, 1 для лежання) трьох'ярусних $H = M/6$ (4 місця для сидіння, 2 для лежання).

$$H_1 = 48/5 = 9 \text{ нар};$$

$$H_2 = 380/5 = 76 \text{ нар};$$

$$H_3 = 380/5 = 76 \text{ нар}.$$

Оскільки $K_M > 1$, то захисні споруди дозволяють розмістити всіх працівників.

ВИСНОВКИ

Аналізуючи отримані в рамках НДР «Дослідження основних закономірностей отримання коагулянтів з відходів виробництва» (ініціативна тема) з 01.03.12 по 01.03.14, керівник к.т.н Косогіна І.В., а також гранту Президента для молодих вчених за 2013 р. «Розробка новітньої ресурсозберігаючої технології очищення стічних вод від барвників з утилізацією осадів водоочищення» за договором № Ф49/403-2013 від 25.10.2013 з 01.11.2013р по 31.12.2013р. керівник к.т.н Косогіна І.В., та Міжнародного проекту Норвезького Університету Природничих Наук «Water Harmony» СРЕА 2011/10002. встановлено, що озонування позитивно впливає на видалення кольоровості води, яка обумовлена присутністю природних органічних речовин. Слід зазначити, що при озонуванні відбувається покращення коагуляційного процесу видалення природних органічних речовин. Ефективність очищення води залежить від дози коагулянту.

Виявлено, що пост-озонування сприяє деструкції органічних барвників, покращує характеристики води після попереднього коагулювання з комплексним коагуляційним реагентом на основі «червоного шламу». Так при дозі реагенту на основі «червоного шламу» $0,5 \text{ г/дм}^3$ ефективність очищення склала 83%, в той час як без використання попередньої коагуляції з комплексним коагуляційним реагентом ступінь вилучення барвника становив лише 51%, що свідчить про високу коагулюючу здатність самого реагенту та підвищення швидкості деструкції залишкових органічних речовин під дією озону.

Виходячи із всього вище написаного можна підсумувати наступне:

- Озон може одночасно об'єднувати дрібні частинки і розбивати великі, роблячи їх більш мінералізованими і легшими для видалення.
- Природні органічні речовини з невеликою молекулярною масою краще видаляються коагуляційним методом при введенні низьких доз озону.

- При більш високих дозах озону, природні органічні речовини стають більш гідрофільними і їх молекулярна маса стає менше, при цьому знижується степінь видалення природних органічних речовин

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. B. Eikebrokk, T. Juhna, EsaMelin, S. W. Østerhus (2007). Water treatment by enhanced coagulation and ozonation-biofiltration. Norway: TECHNEAU. 129 p.
2. S. Hanchang Point sources of pollution: local effects and its control – Vol. I - Industrial Wastewater-Types, Amounts and Effects, Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS).
3. R. Munter Industrial wastewater characteristics, Baltic University 2001.
4. K. Lacasse, W. Baumann Textile Chemicals, Environmental Data and Facts (Engineering online library), Springer Science & Business Media, 2004 .
5. O. Li Rosi Best available technique for water reuse in textile SMEs (BATTLE LIFE Project), 2007, 614–619.
6. I. Savin, R. Butnaru Wastewater characteristics in textile finishing mills, Environmental Engineering and Management Journal, November/December 2008, Vol.7, No.6, 859-864.
7. Степанов Б.І. Введення в хімію й технологію органічних барвників. М., Хімія 1977.
8. Заверуха Н.М., Серебряков В.В., Скиба Ю.А. Основи екології Навчальний посібник — К.: Каравела, 2006. — 368 с.
9. I. Kosogina, I. Astrelin, G. Krimets, N. Vereshchuk The process of wastewater treatment with advanced oxidation methods to remove dye, Chemistry & Chemical Technology Vol. 8, No. 3, 2014 – 364-369.
10. Мала гірнича енциклопедія. В 3-х т. / За ред. В. С. Білецького. — Донецьк: Донбас, 2004. — ISBN 966-7804-14-3.
11. Ресурсозберігаючі технології коагуляційного очищення стічних вод : [монографія] / І. В. Косогіна, І. М. Астрелін. – Одеса : Екологія, 2011. – 132 с.
12. Губіна В.Г. Червоні шлами Миколаївського глиноземного заводу – цінна техногенна сировина [Текст] / В.Г. Губіна, В.М. Кадошніков – Геолого-мінералогічний вісник. – № 2. – 2005 – 102 с.

- 13.Sukru D. Phosphate removal by using activated red mud from Aluminium Factory in Turkey [Text] /D. Sukr, G. Dunyamin, B. / Mehmet Journal of International Environmental Application and Science – 2006, Vol. 1,– P. 98-106
- 14.Tor A. Removal of phenol from aqueous phase by using neutralized red mud [Text] /Tor A., Cengeloglu Y., Mehmet E., Mustafa E. / Journal of Colloid and Interface Science – 2006; Vol. 300(2), – P. 498-503.
- 15.Cengeloglu Y. Removal of boron from aqueous solution by using neutralized red mud[Text] /Cengeloglu Y., Tor A., Gulsin A., Mustafa E., Sait G. /Journal of hazardous materials – 2007; Vol. 142(1-2), – P.412-417.
- 16.Кульський Л. А. Основы химии и технологии воды [Текст] / Л.А. Кульський. – К.: Наук. думка, 1991 – 568 с.
- 17.J.Bergendahl, J.O'Shaughnessy, Applications of Advanced Oxidation for Wastewater Treatment, By Dept. Of Civil& Environmental Engineering, WPI
- 18.Запольский А.К. Физико-химическая теория коагуляционной очистки воды [Текст] / Запольский А.К.– К.: НУПТ, 2010 – 460 с.
- 19.Degremont Технический справочник по обработке воды Том 1 и 2 2007
- 20.Запольський А.К. Водопостачання, водовідведення та якість води: Підручник / Запольський А.К. – К.: Вища шк.– 2005. – 671с.
- 21.Астрелін, І. М. Сучасний стан проблеми накопичення та переробки відходів водоочищення в Україні / І. М. Астрелін// Вісник НТУ «ХПІ». – 2010. – № 10. – С. 35–51.
- 22.N. Vereshchuk, I. Kosogina A novel inorganic complex coagulation reagent prepared by red mud for phosphate removal, Хімічна технологія: наука, економіка та виробництво: матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції, м.Шостка, 27-29 листопада 2014 року. – Суми: Сумський державний університет, 2014, –стор. 70-71
- 23.І.В. Косогіна, І.М. Астрелін, Н.В. Стасюк Коагуляційний реагент з відходів глиноземних виробництв, Праці Одеського політехнічного університету, 2013. Вип. 3(42), стор.281-285
- 24.Staehelin J, Hoigne J. Decomposition of ozone in water in the presence of organic

- solutes acting as promoters and inhibitors of radical chain reactions. *Environ Sci Technol* 1985;19:1206–13.
25. Forni L, Bahnemann D, Hart EJ. Mechanism of hydroxide ion initiated decomposition of ozone in aqueous solution. *J Phys Chem* 1982;86:255–9.
 26. Gottschalk C, Libra JA, Saupe A. Ozonation of water and waste water: a practical guide to understand ozone and its application. Wiley-VCH, Weinheim, 2000.
 27. Amy, G.L., M.S. Siddiqui. 1991. “Ozone-Bromide Interactions in Water Treatment.” Conference proceedings, AWWA Annual Conference, Philadelphia, PA.
 28. Le Paulou.e J, Langlais B. State of the art of ozonation in France. *Ozone Sci Eng* 1999;21:153–62.
 29. Lowndes R. State of the art for ozone—UK. experience. *Ozone Sci Eng* 1999;21:201–5.
 30. Matsumoto N, Watanabe K. Foot prints and future steps of ozone application in Japan. *Ozone Sci Eng* 1999;21:127–38.
 31. B. Eikebrokk, T. Juhna, EsaMelin, S. W. Østerhus (2007). Water treatment by enhanced coagulation – Operational status and optimization issues. Norway: TECHNEAU. 129 p.
 32. James K. Edzwald, John E. Tobiason (2000). Enhanced coagulation: US requirements and a broader view. USA: *Water Science and Technology* 63–70
 33. Jean Nocito-Gobel, John E Tobiason (1996). Effects of ionic strength on colloid deposition and release. USA: *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects* 223-231
 34. Bratby, J. 2006. Coagulation and flocculation in water and wastewater treatment, London, IWA Publ.
 35. Licsko, I. 1997. Realistic coagulation mechanisms in the use of aluminium and iron(III) salts. *Water Science and Technology*, 36, 103--- 110.
 36. Torove Leiknes, Hallvard Ødegaard, Håvard Myklebust (2004). Removal of natural organic matter (NOM) in drinking water treatment by coagulation–microfiltration using metal membranes. USA: *Membrane Engineering Special Issue* 47-55

37. Lionel Ho, Gayle Newcombe (2005). Effect of NOM, turbidity and floc size on the PAC adsorption of MIB during alum coagulation. USA: Water Research 3668-3674
38. Mika Sillanpää, Anu Matilainen, Tanja Lahtinen (2015). Characterization of NOM. USA: Natural Organic Matter in Water 17-53
39. Harsha Ratnaweera, Egil Gjessing, Eivind Oug (1999). Influence of physical-chemical characteristics of natural organic matter (NOM) on coagulation properties: An analysis of eight Norwegian water sources. Water Science and Technology 89-95.
40. Жадан А.В. Сравнение способов предварительной очистки воды на ТЭС. Ультрафильтрация и обработка в осветлителях и механических фильтрах
41. Multiple use and related environmental problems of the Oulujoki River Basin. Seppo Hellsten, Pekka Korhonen. Finland, University of Oulu
42. Костин Н. В. Техника безопасности работы в химических лабораториях. [Текст] / Н. В. Костин. // Изд-во МГУ. – 1989. – 145 с.
43. Ткачук К. Н. Основи охорони праці: підручник. [Текст] / К. Н. Ткачук, М. О. Халімовський, В. В. Зацарний, Д. В. Зеркалов, за ред. К. Н. Ткачука і М. О. Халімовського // К.: Основа. – 2006 – 448 с.