

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
“ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ”**

Березуцький Вячеслав Володимирович

УДК 66.01/07 (075.8)

**НАУКОВЕ ОБГРУНТУВАННЯ КОМПЛЕКСУ ХІМІЧНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ ІНГІБІРУВАННЯ ПРОЦЕСІВ ТРАНСФОРМАЦІЇ
ВОДНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ
СЕРЕДОВИЩ**

Спеціальність 05.17.08 - процеси та обладнання хімічної технології

**Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеню
доктора технічних наук**

Харків – 2011

Дисертацією є рукопис.

Роботу виконано на кафедрі «Охорона праці та навколишнього середовища» Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» Міністерства освіти і науки України, м. Харків.

Науковий консультант

доктор технічних наук, професор
Товажнянський Леонід Леонідович,
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
завідувач кафедри інтегрованих
технологій, процесів та апаратів

Офіційні опоненти:

доктор технічних наук, професор
Статюха Геннадій Олексійович,
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»,
завідувач кафедри кібернетики хіміко-
технологічних процесів

доктор технічних наук, професор
Пляцук Леонід Дмитрович,
Сумський державний університет,
завідувач кафедри прикладної екології

доктор технічних наук, професор
Шапорєв Валерій Павлович,
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
завідувач кафедри хімічної техніки та
промислової екології

Захист відбудеться «31» березня 2011 р. о 10-00 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 64.050.05 у Національному технічному університеті «Харківський політехнічний інститут» за адресою: 61001, м. Харків, вул. Фрунзе, 21

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут».

Автореферат розіслано «28» лютого 2011 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради

Тимченко В.К.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Хімічні технології застосовуються на більшості підприємств України, у зв'язку з цим важливим науково-прикладним завданням є аналіз і розрахунок існуючих процесів і апаратів, і вибір найбільш вигідних. Аналіз процесів і апаратів, вживаних для інгібування трансформації водних технологічних середовищ (ВТС) показав, що цьому напряму приділяється недостатньо уваги, а комплексні схеми для вирішення цих проблем відсутні. Одним з основних питань сучасного хімічного виробництва є його оптимізація та удосконалення тих технологічних процесів, які існують, та створення нових. Сумарна кількість підприємств, що використовують водні технологічні середовища у провідних галузях України складає більше 3600. Орієнтовний об'єм використовуваних водних середовищ складає близько 0,5 млн. м³ в рік. Ці середовища готуються на основі складних хімічних інгредієнтів і забезпечують технологічні показники процесів миття, змачування і охолодження інструментів і виробів.

Під час використання водних технологічних середовищ через певний термін спостерігається процес їх трансформації. Цей процес спостерігається візуально (зміна кольору), органолептичним способом (поява невластивих запахів) і підтверджується хімічним аналізом. Зв'язано це із вилученням з водних середовищ емульгаторів, додаванням невластивих їх хімічному складу інгредієнтів – іонів металів, бактерій, бруду, частинок корунду і іншого. Водні технологічні середовища є в первинний момент часу полідисперсними системами з різним хімічним складом, які відповідають їх функціональному призначенню. Проте через певний відрізок часу, вони набувають практично однакових характеристик трансформованого водного середовища, які визначаються наявністю сильного забруднення іонами металів, масел, бактерій і іншим, що робить їх подальше застосування неможливим. Наукове завдання полягає в тому, щоб зробити відрізок часу до стадії припинення її застосування якомога тривалішим. Інгібування (уповільнення, гальмування) процесів трансформації в даний час досягається за допомогою технологій фільтрування і гравітаційного осадження механічних домішок, додаванням різних хімічних добавок, що виконують функції інгібування. Застосування процесів і апаратів хімічних технологій дозволяють ефективно інгібувати процеси трансформації у водних середовищах і продовжити їх застосування до 1 року і більш. У зв'язку з цим сформувався новий науковий напрямок щодо вивчення процесів трансформації водних технологічних середовищ і розробки науково обґрунтованого комплексу хімічних технологій інгібування цих процесів за допомогою сучасних мало витратних і ресурсозаощадних хімічних процесів і апаратів.

Викладене свідчить про те, що вирішення наукових питань, пов'язаних з розробкою методології інгібування (зменшення швидкості) процесів трансформації виробничих водних технологічних середовищ, спрямованої на вдосконалення тих, що існують, та розробку нових хімічних технологій, є важливою науково-прикладною проблемою, яку вирішує докторська дисертація.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Роботу пов'язано з науковими програмами і темами досліджень, які виконувалися під науковим керівництвом і особистою участю здобувача: ДР №0187.0065657 «Впровадження установки і технологічного процесу електрокоагуляційного очищення і регенерації миючого розчину після миття тари на п/с А-1080 (м. Севастополь, 1987); ДР №0188.0057681 «Розробка збірки методик «Визначення змісту екологічно небезпечних утворень у процесі утилізації відходів малярного виробництва підприємства п/с А-7880» (м. Севастополь, 1988); ДР №0191.0052909 «Розробка і впровадження дослідницько-промислової установки для регенерації мастильно-охолоджуючих рідин» (ВАТ «ХАРТРОН», м. Харків, 1992); ДР №0189.0028677 «Установка електрохімічного очищення хромвміщуючих вод» (ВАТ «ХАРП», м. Харків, 1994); «Установка для очищення конденсатних вод від нафтопродуктів» (ДП «ФЕД», м. Харків, 1996); «Очищення технічної води від механічних домішок і частинок емульсола» (ВАТ «ХАРП», м. Харків, 2002); «Наукове дослідницьке забезпечення щодо питань очищення технічної води від домішок хрому і нафтопродуктів» (ВАТ «ХАРП», м. Харків, 2003); «Розробка технології очищення стічних вод «Баришевського кожевільного заводу» (Київська обл, м. Баришівка, 2005); «Розробка пристрою промивання стружки ШХ-15 від мастила з регенерацією миючого розчину і збором вилучених мастил» (ВАТ «ХАРП», м. Харків, 2004-2005); «Ро-

зробка проекту регенерації мастильно-охолоджуючої рідини типу МР-7» (ДП «ХЕМЗ», м. Харків, 2007); «Розробка проекту на пристрій розділення стружки і мастил» (ЧП «ДЕКОРУС», м. Харків, 2010).

Мета і задачі дослідження. Метою дисертаційної роботи є розробка і наукове обґрунтування процесів і апаратів інгібування трансформації водних технологічних середовищ, сформульованих на основі теорій фракціонованої коагуляції, укрупнення завислих частинок і газових бульбашок, створення ресурсозберігаючих технологій і устаткування.

Для досягнення поставленої мети необхідно поставити та розв'язати комплекс наступних взаємопов'язаних задач:

1. Розробити теоретичне обґрунтування хімічних технологій інгібування процесів трансформації водних технологічних середовищ на основі теорій масопередачі та гідродинамічних процесів, методів математичного аналізу та ресурсозбереження;

2. Дослідити водні технологічні середовища і встановити причини, що викликають їх швидку трансформацію і руйнування;

3. Визначити показники трансформації водних середовищ та визначити їх небезпеку для навколишнього середовища;

4. Визначити фізико-хімічні, гідродинамічні і біохімічні параметри процесів, спрямованих на інгібування трансформації водних середовищ шляхом очищення, знешкодження і переробки;

5. Розробити нові хімічні технології та обладнання для інгібування процесів трансформації водних середовищ, які забезпечують їх тривале і безпечне застосування на виробництві з мінімальною кількістю хімічних добавок, що вносяться при обробці та із збереженням їх якісних показників;

6. Розробити комплекс хімічних технологій інгібування процесів трансформації водних середовищ на виробництві із застосуванням фаззи-логики;

7. Виконати економічне обґрунтування і розробку рекомендацій для впровадження результатів досліджень у виробництво.

Об'єкт дослідження – процеси і апарати інгібування трансформації водних технологічних середовищ.

Предмет дослідження – трансформовані водні технологічні середовища, що містять мастила, іони важких металів, поверхнево-активні речовини, бактерії і внесені забруднення.

Методи дослідження. Дослідження фізико-хімічних і біологічних властивостей водних середовищ виконувалися на основі класичних та оригінальних методик. Визначення величини ζ – потенціалу частинок проводили мікроскопічним методом; визначення вмісту мікроелементів в середовищах проводили методом атомно-абсорбційної спектроскопії; мікробіологічне дослідження води виконували методом посіву на живильне середовище МПА, застосуванням трифеніл-тетразоліа хлориду (ТТХ); ефективність процесів коагуляції визначали за допомогою методів фото колориметрії і іонометрії; кількість вуглекислого газу, що надійшов в емульсію визначали методом осадження двоокису вуглецю у вигляді карбонату кальцію з подальшим зворотним титруванням; визначення розмірів частинок і міцел виконували методом мікроскопії; величини рН середовищ здійснювали методами рН-метрії. Застосовували стандартні і розроблені гідромеханічні, електрохімічні, біохімічні, структурні та гравіметричні методи досліджень. Для отримання математичних моделей досліджуваних процесів і обробки отриманих результатів використовували стандартні типові програми STATGRAF, APPROX. Обробка статистичних залежностей виконувалась методом найменших квадратів. Для розробки ресурсозаощадного використання водних технологічних середовищ в складних циклічних технологічних процесах, застосовано фаззи-логику.

Наукова новизна одержаних результатів. Основним науковим результатом роботи є створення комплексу хімічних технологій інгібування процесів трансформації водних технологічних середовищ на основі теоретичних і експериментальних, гідромеханічних, фізико-хімічних, біохімічних, математичних і технологічних досліджень, що дозволило створити маловитратні і ресурсозаощадні технології підприємств хімічної, машинобудівної, енергетичної та інших галузей

промисловості України.

Наукова новизна визначається наступними положеннями.

1. Розроблено теоретичні основи процесів і апаратів хімічних технологій інгібування трансформації водних технологічних середовищ на виробництві;

2. На основі теоретичного узагальнення і результатів експериментальних досліджень визначено взаємозв'язок трансформації якісних показників водних середовищ з технологічними процесами і зовнішніми чинниками;

3. З урахуванням розроблених теоретичних основ, методологічно обґрунтовано і показано застосування хімічних процесів і апаратів для інгібування процесів трансформації водних середовищ у системі управління виробництвом;

4. Розроблено новий процес фракціонованої коагуляції і ефективного вилучення домішок з водних середовищ на основі теорії активних зіткнень в апаратах електрохімічного очищення;

5. Теоретично обґрунтовано і показано застосування фаззи-логики для процесів регулювання значущих параметрів у водних середовищах;

6. Експериментальними дослідженнями встановлено залежність укрупнення завислих речовин, коалесценції крапель нафтопродуктів і флоатації забруднень, що містяться у водних середовищах;

7. Визначено залежність агрегатної стійкості промислових емульсій від кількості бактерій в них за різних температур і встановлені критеріальні показники, що характеризують їх стійкість;

8. Теоретично обґрунтовано і запропоновано новий типоряд електрокоагуляторів фракціонованої коагуляції з одно- і багаторічковими етапами електрохімічного очищення, що дозволяють підвищити ефективність фізико-хімічних показників процесу електрокоагуляції;

9. Запропоновано перспективні способи і устаткування знешкодження водних емульсій методом інгібування зростання бактерій за допомогою вуглекислого газу;

10. Визначено залежність процесів електроокиснення бактерій від гідродинамічних характеристик потоку рідини та щільності току на електродах.

Новими процесами та апаратами, що мають правовий захист у вигляді патентів та авторських свідоцтв є пристрій для електрохімічного очищення стічних вод (конструкції електрокоагуляторів фракціонованої коагуляції домішок) (а.с. СРСР № 1815937; пат. СРСР №1691319; пат. України №17651); спосіб знезараження колоїднодисперсних систем (процес і конструкція пристрою для газового інгібування технологічних емульсій)(пат. Російській Федерації №1723049, пат. України №2095); спосіб знезараження води (пат. України №97094529); пристрій для керування якісними показниками колоїднодисперсних систем (пат. №24939 України); спосіб проведення тест-аналізу бактерійної поразки водних розчинів (датчик для експрес контролю за ступенем біологічного ураження промислових емульсій) (пат. України №16294); мобільний пристрій очищення і регенерації виробничих технологічних емульсій і розчинів (пат. України №49139).

Практична значення одержаних результатів для хімічних технологій. Розроблені теоретичні основи хімічних процесів і апаратів інгібування трансформації водних технологічних середовищ упроваджено на підприємствах м.Харкова, м. Севастополя, м. Запоріжжя і інших у вигляді проектів, технологій і устаткування, які забезпечують їх тривале застосування при підтримці заданих технологічних показників за технічними умовами. Виконано дослідницько-промислове впровадження на виробництві розроблених технологій і устаткування очищення і регенерації водних середовищ після миття тари, автомобілів і двигунів на морському заводі (м. Севастополь). Припинено скидання забруднених водних середовищ і покращена ефективність локалізації і виділення забруднень з гальванічних технологічних рідин на ВАТ «ХАРП» (м. Харків). Розроблено процес і апарат інгібування процесу збільшення кількості бактерій (до 99,9%) у мастильно-охолодних рідинах (МОР) і зменшено експлуатаційні витрати, на підприємствах ДП «Серп і Молот», ДП «ФЕД» і ВАТ «ХАРТРОН» (м. Харків). Результати досліджень і технічні рішення знайшли застосування в проектних організаціях при розробці ресурсозберігаючих технологій, а також увійшли до методичних вказівок і навчальних матеріалів, що використовуються при навчанні студентів і аспірантів у курсах, що викладаються на кафедрах НТУ «ХПІ», а також при

виконанні бакалаврських і дипломних робіт студентів.

Особистий внесок здобувача полягає в тому, що основні теоретичні рішення і результати досліджень отримані здобувачем самостійно, серед них - запропоновано і розроблено методологію і концепцію ресурсозаощадного застосування водних технологічних середовищ; дослідження гідродинамічних та масообмінних процесів та обробка отриманих результатів; ідея і розробка процесу фракціонованої коагуляції домішок у водних середовищах за допомогою спеціальних електрокоагуляційних апаратів; встановлено взаємозв'язок фізичних, фізико-хімічних, хімічних і гідродинамічних аспектів, що забезпечують ефективне укрупнення (утворення пластівців) зважених речовин, коалесценцію крапель масел і нафтопродуктів, а також флоатацію забруднень, що містяться в технологічних середовищах; розроблено технічне наповнення концепції інгібування процесів трансформації середовищ і створено нові процеси і апарати, що дозволяють очищати, знешкоджувати і використовувати водні технологічні середовища в замкнутах внутрішньохозяйних циркуляційних системах, що виключають або знижують до мінімуму їх скидання в міську каналізаційну мережу, на заводські очисні споруди або у відкрите водоймище; розроблено способи та обладнання для процесів газового інгібування та електроокиснення бактерій у водних середовищах. Розроблені нові технології, спрямовані на раціональне використання водних середовищ; розроблені нові методи обробки і утилізації відходів, що видаляються з середовищ у процесі тривалої експлуатації або що утворюються при їх очищенні; запропоновано і показано застосування методу фаззи-логіки в управлінні технологіями регулювання екологічно значущих показників середовищ.

Основні положення дисертації доповідались на: 1-му з'їзді фахівців з безпеки життєдіяльності людини" (м. Санкт-Петербург, 1992); Міжнародній конференції - Protection of nature is international problem (Delhi, India, 1992; на Міжнародній науково-практичній конференції "Актуальні питання охорони навколишнього середовища від антропогенної дії" (м. Кременчук, 1994); Міжнародної науково-технічної конференції "Інформаційні технології: Наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я" (м. Харків, 1995-2010); науково-технічних конференціях викладачів, аспірантів і співробітників Харківської державної академії міського господарства. Будівництво, архітектура і екологія (м. Харків, 2000, 2002 і 2008); науково-методичній конференції «Безпека життєдіяльності» (м. Харків, 2001-2010); науково-методичній конференції «Техносфера і її безпека» (м. Харків, 2003); Міжнародній науково-практичній конференції «Екологія. Енергозбереження. Економіка» (м. Суми, 2005); Міжнародна конференція «Співпраця для вирішення проблеми відходів» (м. Харків, 2006); Міжнародному семінарі «Управління безпекою складних систем» (м. Ліптовський Мікулаш, Словаччина, 2008); Міжнародній науковій конференції - Security and security science. (м. Ліптовський Ян, Словаччина, 2009).

Публікації: по темі дисертації опубліковано 42 наукових роботи, серед яких 28 у спеціалізованих наукових виданнях ВАК України, 2 монографії, 3 авторських свідоцтва, 5 патентів України, 2 патенту Російської Федерації.

Структура і об'єм дисертації. Дисертаційна робота складається зі вступу, 5 розділів, списку використаних джерел і додатків. Повний об'єм дисертації складає 576 сторінок. 148 ілюстрацій та 86 таблиць на 111 окремих сторінках, 2 додатки на 134 сторінках, 297 найменувань використаних літературних джерел на 29 сторінках.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність роботи, спрямованої на розробку методології інгібування (зменшення швидкості) трансформації виробничих водних технологічних середовищ, вдосконалення існуючих і розробку нових процесів і апаратів хімічних технологій. Сформульовано мету і завдання досліджень, наукову новизну, практичне значення, а також основні положення, які захищаються здобувачем.

У першому розділі виконано аналіз стану питання інгібування негативних процесів трансформації виробничих водних технологічних середовищ.

Вода на виробництві застосовується як базовий матеріал, для приготування різних технологічних середовищ: рідин, що змащують-охолоджують (мастильно-охолоджуючих рідин – МОР, мастильно-охолоджуючих технологічних середовищ – МОТС), миючих водних технологічних середовищ (МВТС), розчинів травлення і термічної обробки металів, промивних і охолоджуючих вод, і тому подібне. У багатьох випадках застосування водних середовищ, після певного відрізка часу, вони потрапляють у категорію стічної води. Такий підхід у використанні води і дорогих хімічних інгредієнтів, що входять до складу технологічних середовищ, є найнераціональнішим і збитковим, як для підприємства, так і, для комунальних очисних споруд очищення води. Водні технологічні середовища можуть і повинні функціонувати в технологічних операціях і використовуватися на виробництві, якомога триваліший відрізок часу, проте для цього необхідно уповільнити процеси їх трансформації.

Термін «інгібірування» не є новим і походження цього терміну пов'язане з іншим терміном - інгібітор (лат. *Inhibere* - затримувати) - речовина, що уповільнює або запобігає перебіг якої-небудь хімічної реакції: корозії металу, старіння полімерів, окислення палива і змащувальних мастил і ін. Виконано аналіз стану питання подовження ресурсу і утилізації водних технологічних середовищ. Визначено основні вагомні показники якості водних середовищ що впливають на їх ресурс.

В процесі виконаного аналізу, було встановлено, що основну увагу необхідно приділити способам і устаткуванню видалення дрібнодисперсних домішок з водних середовищ. Забруднені водні емульсії характеризуються великою кількістю дрібнодисперсних домішок, які потрапляють в них в процесі обробки металів різанням, шліфуванням та іншими видами технологічних операцій. Частина з них вилучається седиментаційними методами очищення у резервуарах зберігання, відстійниках і камерах осаджування. З досвіду застосування фільтрувального устаткування для очищення емульсій від металізованих забруднень встановлено, що правильний вибір фільтрувальної перегородки впливає на продуктивність фільтрувального устаткування, чистоту отриманого фільтрату і довговічність фільтрувальних тканин або частоту регенерацій фільтрувальних перегородок. Розглянуті методи (фільтрації і центрифугування) також не завжди забезпечують необхідний ступінь очищення робочих рідин. Перспективним є очищення рідин у гідро циклонах. Метод магнітного осадження залізовмісних частинок дозволяє здійснювати спільно з ними тонке магнітне осадження з рідин міді, цинку, хрому, кальцію, фосфатів, нафтопродуктів, радіонуклідів і інших домішок. При здійсненні процесу магнітного осадження основна роль належить магнітним або намагнічуваним насадкам, що безпосередньо контактують з потоком рідини. Найбільш істотною ознакою магнітних фільтрів-осаджувачів є тип системи, що намагнічує. У роботах Худобіна Л.В., Бердічевського Є.Г., Пантелєва Г.С і Терновцева В.Е. показано шляхи інтенсифікації процесів очищення водних середовищ під час їх застосування.

Аналіз джерел інформації і виконані дослідження показали важливість рішення одного з основних питань – інгібірування зростання бактерій або знезараження технологічних середовищ. В умовах виробництва прагнуть інгібірувати процес розвитку мікроорганізмів, використовуючи найсучасніші технології (рис.1). Розроблено багато методів знезараження води: окисленням газами (хлором і двоокисом хлору, озоном); реагентний, з використанням деяких бактерицидних добавок (гіпохлориту, сполук срібла, ртуть і тому подібне); радіаційний шляхом обробки ультрафіолетовими променями; електрохімічний за рахунок насичення води іонами важких металів; електроімпульсної обробки високовольтними розрядами та інші. Основним недоліком більшості із запропонованих способів є дороге устаткування і недостатньо високий ступінь знезараження.

Рис.1. Схема інгібірування процесів трансформації водних середовищ

У роботі виконано аналіз застосування електрохімічних методів і апаратів для коректування показників якості і утилізації технологічних розчинів.

Велика різноманітність апаратів і способів електрохімічного очищення показує, з одного боку, добре опрацьовування цього напрямку обробки технологічних рідин, а, з іншого боку, відсутність систематизації і оптимізації вживаних конструкцій і способів. Одним з основних напрямів у дослідженнях, які здійснюються в даний час в цій області, повинно бути зниження матеріаломі-

сткості і енергоємності апаратів електрохімічного очищення водних розчинів та середовищ.

Виконано огляд технологічних схем коригування якісних показників технологічних розчинів. В результаті цього було встановлено відсутність локальних або адитивних технологічних систем і пристроїв, які б могли забезпечити процес продовження ресурсу окремо розташованих верстатів і груп верстатів, з урахуванням необхідності інгібування зростання бактерій.

Проаналізовані та систематизовані способи утилізації і знешкодження відходів, вилучених із середовищ, при коригуванні показників їх якості.

У другому розділі розглядається методологія інгібування трансформації водних технологічних середовищ, яка є сукупністю методів і прийомів виконання наукових досліджень.

Методологія базується на концепції не знищення, а збереження технологічних середовищ протягом тривалого відрізка часу, більше 1 року. Концепція інгібування трансформації водних середовищ розробляється на основі політики керівництва підприємства. В рамках цієї концепції повинні бути розроблені заходи, направлені на вирішення існуючих проблем і постановку завдань на майбутнє у відповідності із стандартами ISO-9000 і ISO-14000.

Показано, що на кожному підприємстві необхідно розробити систему і технологічний комплекс управління (менеджменту) якісними і ресурсозаощадними показниками водних технологічних середовищ на промисловому підприємстві (СТКУЯРП ВТС). Схема СУТКУЯРП ВТС може бути розроблена тільки на основі показників їх якості. Система СТКУЯРП ВТС передбачає виконання організаційних і технічних заходів щодо досягнення поставленої мети – інгібування трансформації і тривалого застосування водних технологічних середовищ. З технічних заходів найбільш відповідальними є вибір технології і устаткування, які здатні найповніше забезпечити довготривалу підтримку якісних показників в позначених технічними умовами межах або понизити їх перевищення до заданих технічними умовами.

Методологію визначення дефектів у водних середовищах закладено в технічних умовах на їх приготування. У дисертаційній роботі приведено, що, по можливості виявлення дефекти під-розділяються на два типи – явний і прихований. Явний дефект у водних технологічних середовищах визначається органолептичними способами і полягає, перш за все, у зміні кольору, наявності плаваючих мастил або інших речовин на поверхні рідини, запаху. Прихований дефект визначається інструментально, і полягає у зміні кількісних та якісних характеристик водних середовищ. Розроблено систему управління якістю і безпекою виробництва з урахуванням трансформації водних технологічних середовищ, а також, класифікацію дефектів водних технологічних середовищ.

У дисертаційній роботі запропоновано застосування фаззи-логики з фаззи-управлінням, для технологій інгібування процесів трансформації водних технологічних середовищ. Схема процесу управління:

початкова умова – сприйняття – ухвалення рішення.

При регулюванні якості водних технологічних середовищ це виглядатиме так:

ЯКЩО якісні показники ВТС починають впливати на якість продукції (пропалення, поява плям іржі і тому подібне), що випускається **І** концентрація домішок велика (відхилення від базових показників), **ТО** необхідно припинити застосування ВТС і виконати коригування (обробку) середовища з метою доведення її до нормативних (заданих технічними умовами). Фаззи-більшість (ФБ), об'єднує числові множини, що характеризують кількісні показники домішок, представлені у формі лінгвістичної змінної, – сильно брудні, брудні, помірно забруднені, чисті (що відповідають вимогам технічних умов).

Виконано аналіз особливостей аналізу фізико-хімічних і біологічних властивостей водних технологічних середовищ. Встановлено залежність між концентрацією бактерій в емульсії і кількістю діоксиду вуглецю, що утворюється в результаті процесів життєдіяльності бактерій. Біогенний газ збільшується в об'ємі в закритій ємкості, створюється надмірний тиск, який за своєю величиною може бути показником концентрації бактерій у розчині. На основі цих та інших залежностей було розроблено принципово нову конструкцію датчика тест-аналізу ступеню бактеріоло-

гічного зараження водного середовища.

Виконано визначення коефіцієнту дифузії вуглекислого газу (D_{CO_2}) у водне технологічне середовище типу емульсія. Коефіцієнт дифузії знайдено за умов, що розміри молекул «чужого» газу (у якому CO_2 дифундує) не рівні розмірам молекул CO_2 . Знайдений D_{CO_2} при нормальному тиску рівний $1,31 \cdot 10^{-15}$ (m^2/c). Встановлено, що швидкість дифузії дуже мала, тому завдання інгібування газом трансформації водних середовищ полягатиме у пневматичному перемішуванні вуглекислим газом і заміщенні кисню. Надмірний тиск, виходячи з формули розрахунку дифузії, не дасть також швидкого ефекту, проте надмірний тиск необхідний для запобігання попаданню кисню з повітря у водне середовище.

Внесено уточнення у методику визначення біокорозійної активності водних технологічних середовищ методом нанесення крапель на поверхню зразка і рекомендовано виконувати зразки для випробувань з чавуну марки КЧ замість СЧ.

Розроблено пропозиції по доповненнях і змінах у ГОСТі 17216-71 класів чистоти рідин з урахуванням мікробіологічної поразки емульсій і повнішого обліку різноманіття інгредієнтів, розчинених у водних технологічних середовищах.

Встановлено, що забруднюючими речовинами в технологічних середовищах є: метали – хром, цинк, алюміній, залізо, нікель, кобальт, свинець, мідь та інші (у грубодисперсному і іонному вигляді); ароматичні вуглеводи – оксиетильовані алкілфеноли (ПАР), стирол та інші; галогенорганічні сполуки – вуглеводи хлоровані, етилхлорид та інші; азотвмісні вуглеводи; органічні кислоти, ефіри, альдегіди, спирти – акрилова і метакрилова кислоти, бензоловий ефір та інші; інгібітори; нафтопродукти, які представлені у водних середовищах в двох видах, а саме, у вигляді плаваючих плям і в емульгованому стані. У таблиці 1 приведено зміни (трансформації) основних показників технологічних середовищ в процесі їх застосування.

Розроблено таксономію небезпек водних технологічних середовищ від їх трансформації і виконано аналіз їх викидів в атмосферу цеху. На підставі обробки експериментального матеріалу приведено емпіричну формулу для визначення залежності середнього розміру крапель емульсій від їх фізичних властивостей і режимів розпилювання. Встановлено, що розмір крапель не залежить від конфігурації і розмірів сопла.

Таблиця 1

Основні показники технологічних середовищ до і після застосування їх у виробничих процесах (показники трансформації середовищ)

№ п/п	Найменування показників	Величина показника в процесі застосування		Зміна показника	Величина трансформації
		На початку	В кінці		
1	Емульсол, %	3 – 20	10 – 26	5 - 7	6 , 10
2	ХСК, mgO_2/dm^3	$10 - 10^2$	$10^3 - 10^5$	10^3	$\Delta 10^2, \Delta 10^3$
3	Показник рН	9 – 10 1 – 3	7 – 8 2 – 4	20 – 30 100 - 60	$\Delta 2,$ $\Delta 1, \Delta 2$
4	Механічні забруднення (суспензії), mg/dm^3	Відсутні	10 – 50	$1 \cdot 10^3 - 5 \cdot 10^3$	$\Delta (1-5) 10^3$
5	Мікроорганізми, бак/мл	$10 - 10^4$	$10^8 - 10^9$	$10^3 - 10^6$	$\Delta 10^7, \Delta 10^5$
6	Мастила, mg/dm^3	2 – 8	8 – 10	25 – 300	$\Delta 6, \Delta 2$
7	ПАР, mg/dm^3	3 – 10	1 – 5	50 - 60	$\Delta 2, \Delta 5$
8	БСК, mgO_2/dm^3	1 – 10	10^2	$10^3 - 10^4$	$\Delta 10^2$
9	Біокорозія, бал	1	4	На 75%	$\Delta 3$

Результати тестів показують, як швидкість уприскування емульсії впливає на об'єми викидів. За допомогою розробленої комп'ютерної програми встановлено, що при маленьких і великих швидкостях об'єми викиду незначні, але на таких швидкостях емульсія може і не справитися зі своїм завданням. Розроблено додаток, який дозволяє, задаючи різні параметри емульсій, визначити об'єм викидів, порівнювати об'єми викидів, задаючи різні параметри технологічних емульсій. Додаток розроблено на високо рівневий об'єктно-орієнтованій мові С#. Встановлено за допомогою розрахунків, що при виборі технологічних середовищ типу МОР, потрібно враховувати не тільки якість її прикладних властивостей, а і характер її розпилювання і руху у напрямку до оброблюваної деталі.

Досліджено небезпеку водних розчинів методом біотестування на дафніях і встановлено, що вони представляють високу небезпеку для гідробіонтів. Найбільшу небезпеку представляють поверхнево-активні речовини (ПАР) і мастила.

У третьому розділі розглядаються експериментальні і теоретичні дослідження хімічних технологій і апаратів, спрямованих на захист від трансформації водних технологічних середовищ, яку викликано технологічними процесами, в яких вони беруть участь, умовами зберігання і перекачування по трубопроводах. Приведено експериментальні і теоретичні дослідження, направлені на вивчення фізико-хімічних процесів, що відбуваються з інгредієнтами в технологічних середовищах у процесі їх застосування на всіх стадіях, а також дослідження варіантів продовження терміну їх використання в технологічних операціях, при зниженні споживання хімічних реагентів і переведення в інші менш небезпечні стани для природи і людини. Сформульовано напрями досліджень, які необхідно виконати для вибору варіантів технологічних і конструктивних рішень із інгібування процесів трансформації водних технологічних середовищ.

Встановлено, що осадження частинок в технологічних водних середовищах має особливості, які визначаються наявністю в них мастил, ПАР і різних за дисперсністю і властивостями частинок. Запропоновано теоретично обґрунтований підхід до розрахунку поличного відстійника. Виконано визначення швидкості і коефіцієнтів осадження суспензій у промислових технологічних емульсіях. Механічні дрібнодисперсні суспензії у водних емульсіях і розчинах мають різну природу походження і тому відрізняються широким діапазоном дисперсності частинок, а також їх форми і вигляду. Встановлено, що механічні домішки є своєрідними сорбентами для мікроорганізмів і служать одночасно для них живильним середовищем. Збільшення кількості механічних домішок приводить до зростання бракованих виробів, виготовлених з металу або кольорових сплавів, а це є показником нераціонального використання природних ресурсів. Постійна швидкість осадження визначалася за формулою Стокса (при Re від 10^{-4} до 1000). На рис.2 приведено криві, що характеризують залежність швидкості осадження частинок піску, корунду і заліза від розмірів частинок і значення числа Рейнольдса. Розглянуто теоретичні основи укрупнення (утворення пластівців) зважених речовин і коалесценції нафтопродуктів. Доведено, що для успішного протікання процесу зближення і подальшого прилипання твердої частинки або крапельки нафтопродуктів до бульбашки, найбільше значення має градієнт коагуляції. По Дерягіну Б.В. ефективність зіткнення частинок і бульбашки газу (E) кількісно можна обчислити за залежністю

$$E = b_c^2 / R^2 , \quad (1)$$

де b_c - максимальний радіус трубки струму, що набігає на бульбашку потоку рідини, всі частинки з якої осідають на поверхні бульбашки, м; R - радіус бульбашки газу, м.

Перебіг рідини в околиці спливаючої бульбашки носить потенційний характер, якщо рух його поверхні не загальмований поверхнево-активними речовинами і критерій Рейнольдса

$$Re = (2 RU/\mu) \geq 1, \quad (2)$$

де U - швидкість спливання бульбашки, м/с; μ - кінематична в'язкість, m^2/s .

Визначено значення критерію Рейнольдса для водних технологічних середовищ з урахуванням того, що досліджуються процеси електрофлотації і пневмофлотації. Бралося до уваги, що

у процесі застосування ВТС змінюють температуру: були проаналізовані процеси при температурах 293, 303 та 313 К, які відповідають кінематичній в'язкості 1,004; 0,801 і 0,658 ($\text{м}^2/\text{с} \cdot 10^{-6}$) відповідно. При аналізі було виконано дослідження швидкості спливання бульбашок електролізних газів, які були прийняті для двох усереднених граничних швидкостей 0,17 і 0,25 м/с.

Рис.2 Залежність швидкості осадження частинок у ВТС від їх розміру при значеннях чисел $Re = 0,02$

В процесі виконання роботи доведено, що для успішного протікання процесу зближення і подальшого злипання твердої частинки або крапельки нафтопродуктів до бульбашки визначальне значення має градієнтна коагуляція, що характеризується градієнтом швидкості G . При цьому

$$G = Ug/U, \quad (3)$$

де Ug - швидкість седиментації частинки на поверхню бульбашки, $\text{м/с} \cdot 10^{-2}$; U - швидкість спливання бульбашки, $\text{м/с} \cdot 10^{-2}$

$$Ug = (\Delta\rho g / 18\mu) a_g^2, \quad (4)$$

де $\Delta\rho$ - різниця щільності частинок (крапельок) мастил і води, кг/м^3 ; g - прискорення вільного падіння, $\text{м}^2/\text{с}$; μ - динамічна в'язкість, Па с; a_g - радіус частинки (краплі), м.

$$E_o = E_p + G/(1 + G), \quad (5)$$

E_o - ефективність зіткнення при безнерційній флотації; E_p - ефективність зіткнення при потенційному режимі.

Слід зазначити, що процеси укрупнення завислих речовин (коагуляція і флокуляція), коалесценція крапель нафтопродуктів, мікрофлотація твердих домішок, мастил і нафтопродуктів протікають за аналогічними законами. При цьому доцільно використовувати безрозмірний показник GT (критерій Кемпа) для оцінки гідродинамічних умов мікрофлотації (де T - час перебування оброблюваної води у камері флотації, с).

У дисертаційній роботі вдосконалено запропоновану І. Аргаманом і У. Кауфманом залежність стосовно очищення технологічних емульсій:

$$n^0/n^1 = (1 + K_A GT)/(1 + K_B G^2 T), \quad (6)$$

де n^0 і n^1 - концентрації частинок забруднень в емульсії на вході і виході з камери флотації, м^{-3} ; K_A і K_B - константи швидкостей утворення і руйнування пластівців (краплин) відповідно.

Так як, $K_A GT \gg 1$, $K_B G^2 T \gg 1$, то

$$n^0/n^1 \approx K\phi = K_A/(K_B G), \quad (7)$$

$1/G$ - коефіцієнт пропорційності або коефіцієнт флотації, $1/G = \alpha$. Чим більше значення G , тим менше значення α . Для емульсій і мастило вмістивних вод ефективна величина $G = 60$, а $\alpha = 1/60 = 0,017$.

Таким чином, встановлено взаємозв'язок фізичних, фізико-хімічних, хімічних і гідродинамічних параметрів процесу, що забезпечують ефективне укрупнення (утворення пластівців) завислих речовин, коалесценцію крапель мастил і нафтопродуктів, а також флотацію забруднень, що містяться у водних середовищах. Основним параметром, що забезпечує спільність чинних процесів, є градієнт швидкості руху рідини або бульбашок повітря (газу). Отримані теоретичні результати були покладені в основу проектування апаратів для ефективного і ресурсозберігаючого електрохімічного вилучення домішок з водних технологічних середовищ.

Досліджено стійкість промислових середовищ типу МОР і механізм її руйнування. Встано-

влено, що стійкість визначається величиною ζ – потенціалу поверхні масляних частинок. Порушення стійкості технологічних середовищ типу МОР і миючих рідин, в основному пов'язано з діяльністю бактерій. Модель руйнування стійкості середовищ бактеріями розглянуто в дисертаційній роботі.

Стійкість звичайних водних середовищ визначається, в основному, фазовим переходом, тоді як стійкість дисперсних систем, до яких відносяться і водні технологічні середовища, може порушуватися в результаті розшарування і виділення дисперсної системи з іншою концентрацією або структурою, зміни дисперсного складу, а також коагуляції або в загальному випадку процесів агрегації і дезагрегації. Порушення стійкості дисперсного складу визначається попаданням масил з гідросистем верстатів і іншого устаткування, які потім емульгуються за допомогою насосів при перекачуванні емульсій, а, потрапляючи в стаціонарні ванни зберігання або канали, де мала лінійна швидкість та ламінарний режим руху потоку - вивільняються. У результаті виконаних експериментів, отримано кінетичні моделі агрегатної стійкості емульсії в умовах їх експлуатації при температурах 293, 303, 313 і 323 К відповідно

$$W_{293} = 7,176 \cdot 10^{-7} \cdot t^{1,4814 \cdot 10^{-3}}, \quad (8)$$

$$W_{303} = 9,758 \cdot 10^{-7} \cdot t^{1,316 \cdot 10^{-3}}, \quad (9)$$

$$W_{313} = 12,5 \cdot 10^{-7} \cdot t^{1,325 \cdot 10^{-3}}, \quad (10)$$

$$W_{323} = 21,5 \cdot 10^{-7} \cdot t^{0,86 \cdot 10^{-3}}. \quad (11)$$

Висока стійкість емульсій, обумовлюється наявністю значного енергетичного бар'єру, що перешкоджає зближенню частинок. Свіжо приготувана водна емульсія має достатній ступень стійкості, що визначається значенням ζ - потенціалу. Сферичні крапельки мають певний заряд. Злиття крапель відбувається тільки у результаті їх зіткнення. Проте, не кожне зіткнення приводить до злипання. Це детальніше розглядається в теорії активних зіткнень. Необхідне зіткнення частинок за однакових умов зіткнень визначається сумарною енергією їх взаємодії. За відсутності енергетичного бар'єру спостерігається швидка коагуляція, а при деякій висоті бар'єру може чинитись повільна коагуляція. З формул, які було запропоновано Дерягіним Б.В., і отриманих у дисертації результатів досліджень виходить, що визначальну роль в процесах коагуляції і порушення стійкості водних емульсій, грає зниження величини повного ϕ_0 потенціалу до критичного рівня.

На основі теорії електрокоагуляційного очищення водних технологічних середовищ було теоретично обґрунтовано і експериментально доказано, що багатокомпонентні середовища очищаються гідроксидом заліза, що електрогенерується швидше і ефективніше, ніж моно системи або двох-трьох компонентні системи. Аналізуючи отримані результати, було зроблено висновок, що процес електрокоагуляції охоплює у першу чергу іони Cu^{2+} , Co^{2+} , Mo^{6+} і у меншій мірі беруть участь в цих процесах, за вказаних умов, іони Ni^{2+} . Іони Al^{3+} сприяють процесу коагуляції оскільки самі є чудовим коагулянтом.

Встановлено залежність ефекту очищення водного середовища від міцності пластівців і величини швидкісного градієнту, обумовленого перемішуванням середовища. Руйнування пластівців приводить до часткової втрати їх поверхневого заряду і погіршення ефективності процесу очищення.

Отримано математичний опис процесу електрокоагуляційного очищення водних середовищ, що містять ПАР. Встановлено, що вилучення ПАР з водних технологічних середовищ, є складним завданням для процесів електрокоагуляційного очищення, тому необхідно підвищити ефективність шляхом застосування нових конструктивних рішень, з урахуванням теорії послідовної коагуляції домішок (фракціонованої).

Досліджено кінетику розвитку бактерій в водних середовищах типу МОР за різних температур. Отримано математичну модель процесу утилізації емульсолу бактеріями на основі моделей Моно-Єрусалимського і знайдено коефіцієнти цих моделей.

Встановлено, що зміна кількості бактерій у водних технологічних середовищах носить гармонійний характер, який визначається умовами їх розвитку і температурними режимами. Осно-

вним завданням управління процесом трансформації водних середовищ є стабілізація зростання бактерій на найменшому рівні і створення керованого «реактору» бактерій. Модель процесу трансформації описувалася з використанням поліномів 3-го і 4-го порядку. Коефіцієнти θ_i математичної моделі визначалися методом найменших квадратів. Було розроблено матриці визначення коефіцієнтів моделі і графіки залишків. Отримана похибка обчислень (сума квадратів відхилень від даних отриманих у дослідях) менше у полінома 4-го порядку, тому його і вибрали для подальших досліджень. Оскільки вид отриманої залежності близький до періодичного, то його апроксимування здійснили тригонометричним поліномом з ряду Фур'є. Для оцінки впливу гармонік різних порядків було побудовано амплітудно-частотну характеристику та визначено спектральну щільність. Якнайкращим є наближення з двадцятьма гармоніками. Остаточний вид математичної моделі процесу трансформації наступний,

$$X(t) = 3,511 - 0,859 \cdot t + 0,117 \cdot t^2 - 0,000539 \cdot t^3 - 0,0008 \cdot t^4 C_0 + \\ + 0,455 \cdot \cos\left(\frac{14\pi}{30} t\right) + 0,585 \cdot \sin\left(\frac{14\pi}{30} t\right) + \varepsilon(t). \quad (12)$$

Встановлено, що серед газів - азоту, кисню, озону і вуглекислого газу, найбільш прийнятним для процесів інгібування трансформації водних середовищ біологічними компонентами є діоксид вуглецю. Експериментально визначено, що процес інгібування процесу метаболізму бактерій вуглекислим газом у водних технологічних середовищах є високоефективним. Отримано параметри процесу, які визначаються надмірним тиском в ємкості і водному середовищі, що дорівнює 294 кПа.

Дослідження технологічного процесу електроокислення бактерій в лабораторних умовах, дозволили визначити параметри проведення процесу: витрата емульсій в межах 2 - 3 м³/годину; сила струму - 300 - 500 А; розміри електродних пластин - відповідно до технічного завдання; відстань між електродами - 0,02 м; кількість електродних пластин і електродів - відповідно до технічного завдання і технології процесу очищення; необхідно обов'язково передбачити збірник і вирішити питання про утилізацію маслянистої піни.

Встановлено, що процес знезараження неможливо виконати в одному апараті за один технологічний цикл при значних об'ємних витратах водного середовища від 100 до 500 м³/годину, необхідне багатократне пропускання емульсії через електроди, а це ускладнює процес і робить його енергетично ємким. Поверхня пластин швидко забруднюватиметься, і тому необхідне їх часте очищення. Таким чином, технологію електроокислення бактерій можна застосовувати тільки для емульсій з незначною кількістю розчинених мастил.

У розділі 4 приведено розробку процесів і апаратів, що інгібують трансформацію водних технологічних середовищ. На основі відомих класифікацій, пропонуються процеси і апарати коригування значущих при трансформації показників, які впливають на ресурс застосування ВТС на виробництві. Наведено класифікацію основних хімічних процесів в апаратах, що розробляються:

1. Гідромеханічні процеси:
перемішування потоків рідин (емульсій і розчинів) за допомогою відцентрових насосів, газу і мішалками;
розділення рідких середовищ в полі сил тяжіння (відстоювання).
2. Масообмінні процеси визначаються способами:
нейтралізації і коригування показника рН емульсій і розчинів;
коагуляції домішок в емульсіях і розчинах гідроксидами металів, при виконанні процесів електрокоагуляційного очищення.
3. Хімічні процеси характеризуються застосуванням реагентів для коригування показників

pH МОР і розчинів, у процесах вилучення мастил та інгібірування газом зростання кількості бактерій. Процеси коагуляції і біохімічні.

4. Біохімічні процеси характеризуються активністю бактерій у водних емульсіях і застосуванням технологій мікробіологічної деструкції МОР.
5. При проведенні технологій застосовується обігрів технологічних ємкостей, в ємностях з мікробіологічним руйнуванням емульсій, і створення надмірного тиску газу при інгібіруванні зростання бактерій.
6. За способом організації хімічної технології всі апарати і технологічні системи підрозділяються на періодичні (пристрої інгібірування зростання бактерій, мікробіологічної деструкції, пристрої коригування показника pH рідин) і безперервні (електрокоагулятори, поличні відстійники і відстійні камери, ємкості технологічних ліній).
7. Всі пристрої виконано як стаціонарні локальні, окрім пересувної установки по коригуванню якості емульсій окремо розташованих верстатів і агрегатів, і пересувної установки електрокоагуляційного очищення середовищ від вільних мастил і інших домішок.

На основі відомих класифікацій, запропоновано перспективні і вдосконалено існуючі процеси і апарати інгібірування трансформації технологічних водних середовищ. Вдосконалено процеси утилізації емульсій що відпрацювали свій ресурс.

Виконано аналіз вживаних технологій видалення механічних домішок відстоюванням і фільтруванням. Запропоновано розрахунок блоку поличного відстійника. Виконано розрахунок числа Рейнольдса для поличного відстійника при різних витратах водного середовища, відстаней між полицями і їх довжини, визначено залежність лінійної швидкості потоку від витрати водного середовища і відстаней між полицями. На рис. 3 приведено значення набутих чисел Рейнольдса при різних витратах водного середовища, відстаней між полицями і їх довжини L.

Рис.3 Значення чисел Рейнольдса при різних витратах водного технологічного середовища, відстаней між полицями і параметра L, для поличного відстійника.

У дисертації представлено результати експериментів, з яких виходить, що частинки з важкими за питомою вагою металами (сталь, мідь) можуть осідати ефективно у первинних відстійниках, решту домішок можна буде відокремлювати в стаціонарних відстійниках. Складність представляє розділення частинок корунду, піску і сміття від магнію і алюмінію які за питомою вагою ближчі один до одного. Дослідження на емульсіях, що не містять диспергованих мастил, показують, що осадження найбільшої кількості частинок, відбувається за 3 - 5 годин. У дисертації запропоновано типовий розрахунок для ємності з розмірами: довжина 6,5 – 7 м, ширина 4,5 м, висота 2,3 м.

Запропоновано спосіб фракціонованої коагуляції домішок в проточних апаратах електрохімічного очищення, який заснований на тому, що з потоку послідовно вилучаються фракції мастил, нафтопродуктів і легких суспензій, далі потік переміщається в іншу частину апарату і з нього вилучаються фракції домішок іонного типу.

У відповідність з теорією активних зіткнень було розглянуто процес електрокоагуляції в проточному апараті. Визначено загальне число зіткнень частинок і показано шляхи збільшення вірогідності активних зіткнень. Дослідженнями встановлено, що співвідношення коагулянту і речовини (за вагою), що коагулюється, складає 1:1 або 1,1:1, а також зважаючи на розміри гідроксидів на аноді розчиненого заліза $(1-3) \cdot 10^{-6}$ (м), і $R = 1,9872$ при $T = 293,1$ К. Тому процес масопереносу можна записати в наступному вигляді, виходячи з того, що енергія активації визначається з виразу $E^* = -AR$

$$\sum_1^n \frac{dC_m}{dt} = 4PN_1^2 10^{-12} \sqrt{\frac{14631,1(M_1 - M_2)}{M_1 M_2}} e^{-E^*/582,45} = N_1^2 483,8 \cdot 10^{-12} \sqrt{\frac{(M_1 - M_2)}{M_1 M_2}} e^{A/293,1} \quad (13)$$

Визначено значення: $N_{Cr+Fe} = 12,37499 \cdot 10^6$; $N_{Cu+Fe} = 9,80266 \cdot 10^6$;

$N_{Ni+Fe} = 8,567818 \cdot 10^6$. Отримані результати пояснюють, чому кращі результати при коагуляції гідроксидом заліза хрому, чим інших іонів металів, при певних рівних умовах процесу.

Отримано математичну залежність для визначення кількості частинок, що коагулюються, для систем, що складаються з коагуляції $\text{Fe}(\text{OH})_3$ і частинок хрому, міді, заліза і нікелю. На рис. 4 та 5 представлено кінетичні залежності процесу коагуляції хрому, міді і нікелю, коагулянт $\text{Fe}(\text{OH})_3$, отриманим при електролізі металу. Тренди кінетичних кривих описуються поліноміальними залежностями наступних видів

$$\text{Хром} - y = 1389,2e^{-1,2448x} \text{ при } R^2 = 0,9052; \quad (14)$$

$$\text{Мідь} - y = 26,182e^{-1,3788x} \text{ при } R^2 = 0,9471; \quad (15)$$

$$\text{Нікель} - y = 12,304e^{-1,4133x} \text{ при } R^2 = 0,9891. \quad (16)$$

Запропоновано спосіб електрокоагуляційного очищення у проточному апараті заснований на перетині потоку водного технологічного середовища, що під прямим кутом очищається, і висхідний вертикально уверх потік газоповітряної суміші, який містить електроліт і коагулянт, що забезпечує високий коефіцієнт видалення домішок з водного середовища.

Рис. 4 Кінетичні залежності процесу коагуляції хрому коагулянт $\text{Fe}(\text{OH})_3$.

На основі способу фракціонованої коагуляції і очищення за допомогою організації пересічних потоків розроблено принципово нову конструкцію електрокоагуляційного апарату для видалення іонів важких металів, дрібнодисперсних, масляних і органічних домішок з водних середовищ. На базі електрокоагулятора «ЕКОС» розроблено типовий ряд електрокоагуляторів для різних видів середовищ та їх об'ємів («ЕКОС-Ф», «ЕКОС-С», «ЭКОС-М» і інші).

Рис.5 Кінетичні залежності процесу коагуляції міді і нікелю коагулянт $\text{Fe}(\text{OH})_3$. Для розроблених конструкцій апаратів створено алгоритм та програму розрахунку на комп'ютері.

Виконано дослідження потоків рідини у проточному електрокоагуляційному апараті з використанням критерію Рейнольдса. Визначено, що рухомий потік в апараті характеризується як ламінарний. Розподіл чисел Рейнольдса по всьому апарату у відповідності з напрямом руху потоку приведено на рис. 7.

Визначено величину критерію Струхалю, для несталого потоку середовища на вході в апарат при діаметрах труб підведення рідини – 50, 100, 200 ($\text{м} \cdot 10^{-3}$).

Характерний розмір l був прийнятий 0,1; 0,5; 1(м). З аналізу набутих значень критерію Струхалю виходить, що найменше його значення відповідає діаметру труби на вході в апарат, 50 ($\text{м} \cdot 10^{-3}$) і лінійній швидкості потоку 2,8 м/с. Тому, для того, щоб зменшити (погасити) динамічний натиск при вході в апарат, необхідно ставити відбивний щиток напроти труби підведення середовища на відстані 0,1 м, а «вхід» в апарат виконати у вигляді дифузора з характерним розміром 1м.

Рис.6 Схема електрокоагулятора фракціонованої коагуляції "ЭКОС-М"

Рис.7 Розподіл чисел Рейнольдса по апарату за різних об'ємних витратах водного середовища.

Виконано аналіз ефективності процесу очищення при потенційному режимі флотації, який визначається динамічним режимом потоку рідини що перетинає щільний висхідний потік електролізних газів. Доведено, що вибір безрозмірного показнику GT (критерій Кемпа), який приведено у 3 розділі дисертації, для оцінки гідродинамічних умов мікрофлотації було зроблено вірно.

Визначено залежність між площею перетину отвору і висотою стовпа рідини над отвором в стінці; вплив цих чинників на рівні рідини в ємкостях, утворених плоскими стінками в реакторній камері електрокоагулятора. Досліджено гідродинамічні параметри потоку водного середовища в ємності зі встановленою плоскою стінкою (перегородкою) з виконаним в ній отвором і визначено кращий варіант виконання промислового зразка, що задовольняє вимогам ламінарності потоку і створенням умов ефективного контакту частинок для їх реагування і коагуляції. Виходячи із знайденого інваріанта геометричної подібності, було визначено площу перетину отвору, в плоскій стінці лабораторної установки з площею $\Omega_d = 0,13 \cdot 0,15 = 0,0195 \text{ (м}^2\text{)}$. Виходячи з певної площі перетину отвору в плоскій стінці і виконання отвору у вигляді квадрата, була визначено сторону квадрату, а саме – 0,023 (м). Математична модель процесу має наступний вигляд

$$\hat{Y} = 1,25 + 0,375 X_1 + 0,25 X_2 - 0,225 X_1 X_2. \quad (17)$$

Рівняння адекватне і отриманий поліном достовірно описує математичну залежність вхідних в нього чинників. Відносна помилка вимірювань не перевищує 3%, що можна вважати допустимим при даних дослідженнях.

Визначено, що у проточних апаратах даної конструкції, отвори, виконані в плоскій стінці (перегородці) характеризують течію під рівнем через малий затоплений отвір, який відповідає розміщенню при повній недосконалій витраті. Визначено коефіцієнт витрати μ при повному недосконалому розміщенні отвору в перегородці, який рівний 0,6. За цих умов було визначено величину гідростатичного натиску в камерах, розділених перегородкою.

Вдосконалено процес і конструкцію апарату для ефективної утилізації технологічних середовищ що відпрацювали відведений ресурс, за допомогою їх деструкції бактеріями за температур 303 - 313 K, у нових апаратах типу МД-2 з використанням бактерій що закріплені на йоржах. Розроблено методику розрахунку мікробіологічного деструктора МД-2.

Розроблено процес і апарат стаціонарного пристрою під назвою «УГОС», що забезпечує ефективне інгібування трансформації водних середовищ за допомогою механічного очищення, барботажу і дії під тиском газу діоксиду вуглецю. Пристрій пройшов дослідницько-промислові випробування і показав високі за ефективністю результати. Визначено коефіцієнт k для активного перемішування при об'ємній витраті $10 \text{ м}^3/\text{ч}$, $k = 2,1$. Розміри отворів у барботажних трубках 3-6 мм, відстань між отворами - 0,1- 0,15 м. Основне призначення барботажу - створення висхідних потоків, що перемішуються, для винесення на поверхню рідини "вільних" крапельок мастил і суспензій. При подальшому процесі відстоювання на дно камери осідають грубодисперсні домішки, що потрапили у емульсію.

Розроблено процес інгібування трансформації водних середовищ типу мастильно-охолодних рідин для окремих верстатів і агрегатів, за допомогою пересувного пристрою, який забезпечує своєчасне і якісне вилучення з водних середовищ домішок, що трансформують їх. На рис.8 показано вид пристрою з боків та зверху. Ефективність роботи пристрою підвищується за наявності встановлених на устаткуванні датчиків експрес-аналізу ступеня бактеріологічного ураження водних середовищ, розроблених в дисертації і описаних в другому розділі. За інформацією отриманою від датчика, пересувний пристрій (рис.8) встановлюється біля верстату, підключається до його системи та висмоктує з нього усю рідину. Очищує її від механічних домішок, вільних мастил та інгібує розвиток бактерій. Після 6 годин, рідина перекачується у верстат і він мо-

же працювати далі.

Рис. 8. Загальний вид пересувного пристрою інгібірування трансформації водних технологічних середовищ, що використовуються у верстатах (вид з боків та зверху)

У розділі 5 розглядаються комплексні технологічні схеми інгібірування трансформації промислових емульсій із застосуванням фаззи-логики.

Представлено, розроблено і апробовано на виробництвах технологічні схеми з інгібіруванням процесів трансформації середовищ: схема технології з інгібіруванням бактерій і видалення механічних домішок з емульсії; схема технології застосування емульсій з періодичною корекцією якості і інгібіруванням бактерій; схема застосування емульсій з періодичною корекцією якості і інгібіруванням бактерій, для окремо розташованого технологічного устаткування; схема застосування емульсії з деемульгуванням відпрацьованих встановлений ресурс водних середовищ; схема установки зі збору, очищенню і транспортуванню технологічної рідини лінії Л-408, і схема установки УСЖ на ПО «ХАРП».

Стосовно фаззи-логики, початкові дані для регулювання процесом інгібірування наведено у вигляді таблиці 2. Для бактерій показник $NБ$ визначається з логарифмічних залежностей, оскільки одиниці вимірювання концентрацій бактерій великі. А саме, показник $NБ$, приймаємо рівним 10^5 . Виходячи з цього логарифмічний показник - 5. Допустиме відхилення велике до 6, виходячи з $NБ + 20\%$. А невелике – 0,5.

Гранична межа – невеликою (PS) вводиться для того, щоб:

- забезпечити періодичну роботу устаткування, при якій легше забезпечується обслуговування технологічного устаткування;
- понизити енергетичні витрати щодо забезпечення роботи електроустаткування (електродвигунів насосів, випрямлячів і тому подібне);
- визначити нормативні вимоги до технічної води, яка використовується для приготування емульсії.

Таблиця 2

Початкові дані до управління технологією інгібірування процесів трансформації водних технологічних середовищ

Найменування регульованих параметрів	Параметр	Граничні межі		
		Невеликий (PS)	Середній (PM)	Великий (PB)
Механічні домішки	$X1$	$NМП - 90\%$	$NМП$	$NМП + 10\%$
Масляні частинки	$X2$	$NМ - 90\%$	$NМ$	$NМ + 10\%$
Бактерії	$X3$	$NБ - 90\%$	$NБ$	$NБ + 20\%$

$NМП$, $NМ$, $NБ$ – нормативні показники, що встановлюються з умов забезпечення роботи технологічного устаткування без порушень технологічних норм. Як правило, встановлюються у відповідності з технічними умовами до технології застосування МОР. Згідно фаззи-логики, для схем застосовуються правила, а саме

ЯКЩО $X3 \in 6$ ТО $У \in$ включення насоса циркуляції.

ЯКЩО $X1 \in NМП$ АБО $X2 \in NМ$ АБО $X3 \in NБ$ ТО $У \in$ відкриття вентилі А і включення насоса циркуляції.

ЯКЩО $X1 \in NМП$ АБО $X2 \in NМ$ АБО $X3 \in NБ$ ТО $У \in$ відкриття вентилі А і переміщення в ємність для газового знезараження.

ЯКЩО $X1 \in NМП + 10\%$ І $X2 \in NМ + 10\%$ І $X3 \in NБ + 20\%$ ТО $У \in$ переміщення в ємність

для мікробіологічної деструкції.

На підставі результатів досліджень очищення миючих середовищ, було розроблено технологію очищення хромвмісних водних середовищ гальванічної ділянки ГПЗ-8 (ВАТ «ШАРП») м. Харків.

Технологічний процес разконсервації суднового устаткування передбачає миття виробів з метою видалення з їх поверхні мастил і бруду. Як миючі засоби застосовуються миючі водні середовища на основі ОП-7, сірчану кислоту і луку (дані ЦНДІТС м. Севастополь, морський завод). Миючі водні середовища у процесі їх застосування забруднюються іонами металів, нафтопродуктами і іншими домішками. Основною стадією процесу очищення є електрокоагуляційне очищення, після якого слідує відстоювання. На рис. 9 наведено показники очищення миючих середовищ залежно від щільності електричного струму з якого видно що процес очищення від міді має особисті властивості та його треба опрацьовувати окремо.

Рис.9 Показники очищення миючих середовищ залежно від щільності електричного струму: ряд 1- нафтопродукти; ряд 2 – хром; ряд 3 – мідь; ряд 4 – цинк; ряд 5 – залізо.

Досліджено процес утворення металізованих відходів, що вилучено із водних середовищ, запропоновано утилізувати в металургійному виробництві, після виготовлення з них окатишів. Матеріалом, що пов'язує, запропоновано використовувати цемент, КМЦ і відходи виробництва парафіну. По сумарним індексам небезпеки K_{Σ} групу хромвмісних відходів гальванічних ділянок після електрокоагуляційного очищення віднесено до категорії мало небезпечних (четвертий клас небезпеки). Транспортування і поховання відходів рекомендується організовувати відповідно до санітарних правил. Методами утилізації залізовмісних відходів процесів електрокоагуляції, може бути поховання на полігоні промислових відходів або переробка як вторинної сировини, враховуючи виконанні дослідження. Розглянуто втрати від зниження ресурсу використання водних технологічних середовищ і приведено розрахунок економічної ефективності від впровадження розроблених способів і устаткування по інгібування трансформації водних технологічних середовищ і утилізації забруднень. Загальний економічний прибуток від виконаних розробок склав 502035 грн.

У **додатках** наводяться допоміжні матеріали обчислювань лабораторних досліджень, розрахунки адекватності отриманих математичних рівнянь та залежностей отриманих у експериментах, допоміжні таблиці та схеми розрахунків отриманих за допомогою таблиць Microsoft Excel, акти та довідки впровадження розробок на підприємствах.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі наведено результати теоретичних і експериментальних досліджень, їх аналіз і узагальнення, щодо розробки комплексу хімічних процесів і апаратів, який повністю вирішує науково-прикладну проблему і забезпечує збільшення ресурсу застосування водних технологічних середовищ на виробництві в 10 і більше разів. Теоретично обґрунтовано і практично доведено, що розроблений науковий напрям інгібування процесів трансформації водних технологічних середовищ, дозволяє значно підвищити економію водних ресурсів країни, поліпшити екологічну обстановку в промислових регіонах і значно понизити споживання хімічних речовин у хімічних, машинобудівних, енергетичних і інших галузях промисловості України.

В результаті виконаних наукових досліджень зроблено наступні висновки:

1. На основі аналізу сучасного наукового і практичного досвіду виконано наукове обґрунтування комплексу хімічних процесів і апаратів, сформульовано наукові основи хімічних технологій інгібування процесів трансформації водних технологічних середовищ, які розроблено на основі теорій масопередачі та гідродинамічних процесів, методів математичного аналізу та ресурсозбереження, на базі існуючих і нових хімічних технологій і устаткування очищення, знеш-

кодження і утилізації, що дозволило подовжити ресурс водних середовищ до 1 року і більше.

2. Отримано математичну модель процесу трансформації водних технологічних середовищ, яка носить періодичний характер і описується рядами Фур'є, залежить від зовнішніх умов середовища, описується поліномом 4 порядку.

Досліджена кінетика процесу трансформації водних емульсій і визначено кінетичні моделі біологічної системи водних технологічних середовищ і кінетичні константи, що характеризують швидкість росту бактерій і зниження кількості живильного субстрату. Розроблено нову конструкцію мікробіологічного деструктора водних середовищ із закріпленою мікрофлорою, в якій досягається максимальний рівень коефіцієнта утилізації бактеріями живильного субстрату.

3. Визначено небезпеку для навколишнього середовища процесів трансформації технологічних середовищ, яка визначається зростаючою у часі кількістю механічних домішок, на яких швидко розмножуються бактерії, наявністю іонів важких металів, ПАР та мастил.

4. Встановлено взаємозв'язок фізичних, фізико-хімічних, хімічних і гідродинамічних характеристик процесів, що забезпечують ефективне укрупнення (утворення пластівців) завислих речовин, коалесценцію крапель мастил і нафтопродуктів, а також флоатацію забруднень, що містяться у водних середовищах. Показано, що основним параметром, що забезпечує спільність чинних процесів, є градієнт швидкості руху рідини або бульбашок повітря. Виконано дослідження і встановлено гідродинамічні характеристики затопленої плоскої стінки, яка використовується як потік направляюча перегородка в електрокоагуляторах.

5. На основі теорії активних зіткнень частинок, теорії коагуляції ДЛФО було розроблено теорію фракціонованої коагуляції, яку було використано при розробці апаратів і пристроїв інгібування процесів трансформації водних технологічних середовищ. Теоретично обґрунтовано і запропоновано нову конструкцію електрокоагулятора, в якій досягається фракціонована коагуляція забруднень коагулянтном, що електрогенерується. Запропоновано типоряд універсальних електрокоагуляторів фракціонованої коагуляції і алгоритм (блок-схема) їх розрахунку на ЕОМ. На підставі повного факторного експерименту отримана математична модель процесу електрокоагуляційного очищення миючих водних середовищ від ПАР.

6. Встановлено, що при очищенні водних середовищ, що містять декілька видів іонів важких металів, ефект їх очищення від комплексу компонентів при однакових витратах анод-розчиненого металу виявляється вищим, ніж при очищенні середовищ, що містять тільки один компонент. Визначено, що процес коагуляції в багатокомпонентних системах охоплює, в першу чергу, іони Si^{2+} , Co^{2+} , Mo^{2+} і у меншій мірі беруть участь в цих процесах, іони Ni^{2+} .

7. Розроблено і упроваджено нові комплексні технологічні схеми інгібування трансформації водних промислових середовищ на основі запропонованих у дисертації хімічних способів і устаткування із застосуванням системи «фаззи-логики». Розроблено технологію і устаткування електрохімічного очищення миючих середовищ від іонів важких металів і нафтопродуктів (ЦНДІТС, морський завод, м. Севастополь). Визначена залежність ефекту коагуляції забруднень гідроксидами заліза при різних показниках рН стічної води.

8. Виконано аналіз і зроблено вибір знезаражувального газу для водних середовищ типу МОР. Досліджено процес знезараження газом діоксиду вуглецю і за допомогою виконаного регресійного аналізу визначено види функціональних залежностей ступеню знезараження від часу за різних величин надмірного тиску газу. Розроблено установку газового знезараження МОР ("УГОС"). Виконано розрахунок пневматичного перемішування газом водного середовища. Виконано промислові випробування і впровадження установок на промислових підприємствах "ХАРТРОН", "Серп і молот", "ФЕД" м. Харкова. Створено установку, яка забезпечує рециклізацію МОР на локальній виробничій ділянці на протязі невизначено довгого відрізка часу без заміни на нову і без погіршення її технологічних показників.

9. Розроблено спосіб і устаткування електроокиснення бактерій у водних середовищах, що містять до 1% розчинених мастил. Отримано математичну залежність залишкового змісту бактерій від величини електричного струму, а також ефективності процесу знезараження від кількості циклів знезаражуваної рідини.

10. Розроблено і апробовано технологію інгібування процесів трансформації водних се-

редовищ на підприємствах ВАТ «ХАРП», ХТЗ м. Харкова. Розроблено технологію утилізації металовмісних відходів, що утворюються при очищенні МОР, шляхом брикетування і подальшого отримання металу шляхом плавлення при виході металу до 39% від ваги брикету. Розроблено мобільний пристрій управління якістю технологічних водних середовищ, що дозволяє постійно підтримувати потрібний нормативами стан середовищ на відрізок часу більше 1 року. Пристрій забезпечує тривале застосування водних середовищ на окремих верстатах і агрегатах. Розроблено і запатентовано датчик тест-аналізу ступеню бактерійного ураження водних технологічних середовищ.

11. Визначено загальну економічну ефективність виконаних наукових розробок, яка склала більше 500000 грн. Показано економічну доцільність від впровадження комплексу хімічних процесів і апаратів інгібування процесів трансформації водних технологічних середовищ на промислових підприємствах України.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ:

1. Березуцький В.В. Техногенна безпека маслемульсійних вод / В.В. Березуцький – Харків: ХДПУ, 1998. – 279 с. – (Монографія).

2. Березуцький В.В. Обеспечение безопасности при применении водных технологических эмульсий и растворов на производствах в металлообрабатывающих технологиях / В.В. Березуцкий – Харьков: Факт, 2009. – 400 с. – (Монография).

3. Березуцкий В.В. Локальные установки для очистки промышленных стоков / В.В. Березуцкий – М.: Машиностроитель. – 1989. – №1. – С.30-31.

4. Березуцкий В.В. Электрокоагуляционная очистка сточных вод предприятий / В.В. Березуцкий – М.: Машиностроитель. – 1989. – №3. – С.10-11.

5. Березуцкий В.В. Очистка и обеззараживание СОЖ / В.В. Березуцкий – М.: Машиностроитель. – 1991. – №7. – С.32–33.

6. Доочистка и обеззараживание маслемульсионных сточных вод / Березуцкий В.В., Древаль А.Н., Павленко Т.С., Горбенко В.В., Донской Д.Л. – М.: Водоснабжение и санитарная техника. – 1992. – №3. – С.29–31.

Здобувач розробив схему доочистки та знезараження стічних вод.

7. Березуцкий В.В. Исследования изменения величины ζ -потенциала скоагулированных комплексов гидроксидов металла в процессе разрушения / В.В. Березуцкий // Вестник Харьковского политехнического университета. – Харьков: ХГПУ, 1997. – Вып.7. – С.3 - 6.

8. Березуцкий В.В. Микробиологическое поражение маслемульсионных сточных вод / В.В. Березуцкий // Вестник Харьковского политехнического университета. – Харьков: ХГПУ, 1997. – Вып.8. – С.6-10.

9. Березуцкий В.В. Новые решения по утилизации металлосодержащих отходов процесса шлифовки / Березуцкий В.В., Макаренко В.В., Устинова Н.Д. // Вестник Харьковского политехнического института. – Харьков: ХПИ. – 1998. – Вып.9. – С.27 – 28.

Здобувач сформулював технологію утилізації залізовмісних відходів і описав технологічні схеми.

10. Березуцкий В.В. Применение новых технологий для очистки конденсатных вод / В.В. Березуцкий, И.Н. Любченко / Вестник Харьковского политехнического института. – Харьков: ХПИ. – Вып.9. – 1998. – С.31 – 32.

Здобувач запропонував технологічну схему для очищення конденсатних вод.

11. Березуцкий В.В. Доочистка ливневых сточных вод промышленных предприятий / В.В. Березуцкий // Экотехнологии и ресурсосбережение, – К. – 1998. – №6. – С. 30–33.

12. Березуцкий В.В. Дослідження очистки стічних вод від жирових забруднень / Березуцький В.В., Терновська О.І., Одарюк П.В. // Хімічна промисловість України. – К.: Мінпромполітики України, 1999. – №3(32) – С.45-48.

Здобувач виконав аналіз джерел інформації із очищення стічних вод від жиру.

13. Березуцкий В.В. Безопасность застосування технологічних розчинів / В.В. Березуцкий // Збі-

рник наукових праць: Вісник Національного технічного університету «ХПІ» – Харків: НТУ «ХПІ». – 2002. – №9. – Т.1. – С.6–10.

14. Березуцкий В.В. Управление качеством водных технологических растворов / В.В. Березуцкий // Проблемы машиностроения. – Харьков: ИПМАШ, 2003. – №4. – Т.6. – С.95–101.

15. Березуцкий В.В. Управление качеством смазочно-охлаждающих растворов станков / В.В. Березуцкий, І.В. Березуцький // Резание и инструмент в технологических системах. – Харьков: НТУ «ХПІ», – 2004. – Вып. 66 – С.17–24.

Здобувач розробив схему управління якістю водних середовищ типу СОЖ.

16. Березуцкий В.В. Биокоррозия металлов при применении водных технологических растворов / В.В. Березуцкий // Проблемы машиностроения. – Харьков: ИПМАШ, 2004. – №2. – Т.7. – С.78–83.

17. Березуцкий В.В. Рациональное использования питьевой воды при застосуванні технологічних розчинів / В.В. Березуцкий // Вісник Національного технічного університету. – Харків: НТУ «ХПІ», 2005. – Вып.57. – С.124–127.

18. Березуцкий В.В. Экологическая опасность технологических растворов / В.В. Березуцкий, О.М. Запорожец // Вісник Національного технічного університету. – Харків: НТУ «ХПІ», 2006. – №27. – С.155–161.

Здобувач розробив підходи до ресурсозберігання при застосуванні водних технологічних середовищ, написав план статті, написав анотацію.

19. Березуцкий В.В. Таксономия опасностей промышленных водных растворов / В.В. Березуцкий, О.І. Запорожець // Вісник Національного технічного університету „ХПІ”. – Харків: НТУ „ХПІ”, 2006. – №42 – С. 125–129.

Здобувач розробив таксономію розчинів, таблиці та схеми.

20. Березуцкий В.В. Математическая модель минимизации экологической опасности водных технологических эмульсий и растворов / В.В. Березуцкий // Вісник національного технічного університету „ХПІ”. – Харків: НТУ „ХПІ”, 2008. – №27. – С.60–68.

21. Березуцький В.В. «Біологічний реактор» у робочій зоні металообробних підприємств / В.В. Березуцький, О.В. Халевка // Вісник національного технічного університету „ХПІ”. – Харків: НТУ „ХПІ”, 2009. – №16. – С.30–37.

Здобувач обґрунтував наявність «біологічного реактора» у робочій зоні підприємства.

22. Березуцкий В.В. Стабилизация концентрации бактерий и загрязняющих смазочно-охлаждающие жидкости веществ на минимальном уровне / Л.Л. Товажнянский, В.В. Березуцкий // Черные металлы. – М.: Издательский дом «Руда и Металлы», 2010. – №3. – С. 44 – 47.

Здобувач розробив наукові підходи до стабілізації кількості бактерій у мастильно-охолоджуючих рідинах.

23. Березуцкий В.В. Разработка ресурсосберегающих процессов и аппаратов, обеспечивающих применение водных сред на производстве / Л.Л. Товажнянский, В.В. Березуцкий // Вісник національного технічного університету „ХПІ”. – Харків: НТУ „ХПІ”, 2010. – №17 – С.3–12.

Здобувач розробив наукове обґрунтування щодо використання ресурсозберігаючих хімічних процесів та апаратів.

24. А.с. №1815937 А1 СССР, МКИ С 02 F1/463. Устройство для электрохимической очистки сточных вод / Березуцкий В.В., Древаль А.Н. (СССР). – №4344407/31-26; заявл.27.12.89; Т.

Здобувач розробив апарат електрохімічного очищення.

25. А.с. №17230449 А1 СССР, МКИ C02 F 1/50. Способ обеззараживания коллоидно-дисперсных систем / Березуцкий В.В., Вершинина Н.П., Озерова Л.М. (СССР). – №4793093/13; заявл. 27.11.89; опубл. 30.03.92, Бюл. №12.

Здобувач розробив та описав спосіб знезараження емульсій.

26. Пат. №2095 України, МКИ C02F1/50; Спосіб обеззаражування колоїднодисперсних систем / Березуцький В.В., Древаль О.М, Павленко Т.С., Устинова Н.Д; заявитель и патентообладатель НТУ «ХПІ». – №4793093/SU; заявл.27.11.89; опубл.26.12.94; Бюл. №5 (1).

Здобувач розробив та описав спосіб знезараження колоїдно-дисперсних систем.

27. Пат. 1691319 Российской Федерации, МКИ С 02 F 1/463. Аппарат для электрохимической очистки, сточных вод / Березуцкий В.В. (СССР); заявитель и патентообладатель НТУ «ХПИ». – № 4452193/26; заявл. 04.07.88; опубл. 15.11.91; Бюл. №42.

28. Пат. 2017639 С1 Российской Федерации, МКИ В 60 S 3/00. Передвижная установка для мойки и сушки автомобилей / Березуцкий В.В., Древаль А.Н., Есаулов С.М. (СССР); заявитель и патентообладатель НТУ «ХПИ». – №4938198/11; заявл. 20.05.91; опубл. 15.08.94; Бюл. №15.

Здобувач розробив систему очищення вод для пересувної установки.

29. Пат. 16294 України, МПК (2006) С12Q 1/06, С 12M 1/34, G01L 9/00. Спосіб проведення тест-аналізу бактеріального ураження водних розчинів / Березуцкий В.В., Березуцкий І.В., Устинова Н.Д.; власник та патентоутримувач НТУ «ХПІ». – № u200504835; заявл. 23.05.2005; опубл. 15.08.2006; Бюл. №8.

Здобувач розробив прилад щодо тест-аналізу бактеріологічного ураження водних розчинів.

30. Пат. №17651 України, МПК(2006) CO2F 1/463, CO2F 5/10. Апарат електрохімічного очищення стічних вод/ Березуцький В.В. Максименко О.А.; власник та патентоутримувач НТУ «ХПІ». – № u2006 02509; заявл. 07.03.2006; опубл. 16.10.2006. Бюл. № 10.

Здобувач розробив апарат очищення ливневих вод.

31. Пат. №24939 України, МПК(2006) С12M1/00, С12M1/04 ,С12M1/36, С12Q3/00/Пристрій для керування якісними показниками колоїдно-дисперсних систем / Березуцкий В.В., Березуцький І.В., Устинова Н.Д.; власник та патентоутримувач НТУ «ХПІ». – № u200700193; заявл. 09.01.2007 ; опубл. 25.07.2007. Бюл. № 11.

Здобувач розробив пересувний пристрій інгібування процесів трансформації колоїдно-дисперсних систем.

32. Пат. 49139 України, МПК (2009) CO2F 1/463. Мобільний пристрій для очищення та регенерації виробничих технологічних емульсій та розчинів / Березуцький В.В., Лісогор О.С.; власник та патентоутримувач НТУ «ХПІ». – № u 2009 07252; заявл. 10.07.2009; опубл. 26.04.2010; Бюл. №8

Здобувач розробив конструкцію та технологію мобільного пристрою для очищення виробничих технологічних емульсій від домішок.

АНОТАЦІЇ

Березуцький В.В. Наукове обґрунтування комплексу хімічних технологій інгібування процесів трансформації водних технологічних середовищ - Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеню доктора технічних наук за спеціальністю 05.17.08 - процеси та обладнання хімічної технології. – Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України; Харків, 2011 р.

Дисертацію присвячено рішення прикладної науково-практичної проблеми - ресурсозбереженню у провідних галузях України, яка має вплив на економічні та екологічні показники розвитку виробництва та відповідає сучасним світовим показникам, щодо використання води та водних середовищ на виробництві. Виконаний аналіз вітчизняного та світового науково-технічного рівня процесів та апаратів дозволив розробити новий науковий напрям, удосконалити хімічну, машинобудівну, енергетичну та інших галузі промисловості України, сформулювати мету та наукові задачі досліджень, визначити напрямки та шляхи їх реалізації.

Основним науковим результатом роботи є створення комплексу хімічних технологій інгібування процесів трансформації водних технологічних середовищ на основі теоретичних і експериментальних, гідромеханічних, фізико-хімічних, біохімічних, математичних і технологічних досліджень, що дозволило створити маловитратні і ресурсозаощадні технології підприємств хімічної, машинобудівної, енергетичної та інших галузей промисловості України.

Створено нове покоління устаткування, яке забезпечує ефективність хімічних процесів і апаратів щодо інгібування трансформації водних середовищ при незначних матеріальних і фінансових витратах. Розроблені процеси та апарати пройшли виробничі випробовування та втілен-

ня у технологічні процеси, як адитивні пристрої.

Ключеві слова: водні технологічні середовища, процеси трансформації, інгібування, фракціонована коагуляція, обробка рідин газом, гідромеханічні і масообмінні процеси, комплекс процесів та апаратів, збереження ресурсу, енергозощадні технології.

Березуцкий В.В. Научное обоснование комплекса химических технологий ингибирования процессов трансформации водных технологических сред - Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.17.08 - процессы и аппараты химической технологии. - Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», Министерство образования и науки, молодежи и спорта Украины; Харьков, 2011 г.

Диссертация посвящена решению научно-прикладной проблемы - ресурсосбережения в ведущих отраслях Украины, которая оказывает влияние на экономические и экологические показатели развития производств и отвечает современным мировым показателям относительно использования воды и водных сред на производстве. Выполненный анализ отечественного и мирового научно-технического уровня процессов и аппаратов позволил разработать новое научное направление, которое помогло выполнить усовершенствование химической, машиностроительной, энергетической, и других отраслей, сформулировать цель и научные задачи исследований, определить их направления и пути реализации.

В диссертации выполнено теоретическое обобщение и получены результаты исследований, обеспечивающие ингибирование процессов трансформации водных технологических сред; установлена взаимосвязь процессов укрупнения взвешенных веществ, коалесценции капель нефтепродуктов, флотации, и электрокоагуляции загрязнений, которые содержатся в средах, с высокой эффективностью процессов очистки; выполнено техническое наполнение концепции ингибирования трансформации водных технологических сред; разработаны процессы и аппараты, которые реализуют технологию фракционированного коагулирования примесей; разработаны новые (биохимические, газовые) и усовершенствованы существующие электрокоагуляционные способы и оборудование, обеспечивающие минимальные расходы природных и энергетических ресурсов; исследованы критериальные показатели гидродинамических характеристик процессов (Рейнольдса, Струхала и другие), протекающих в аппаратах ингибирования трансформации сред; получены зависимости эффективности электрохимической и биохимической очистки от величины ζ - потенциала коллоидных частиц примесей и гидроксидов металлов, концентрации бактерий, величины давления углекислого газа, комбинаторики ионов тяжелых металлов; разработаны методы расчета показателей исследуемых процессов и оборудования; определены технологии утилизации отходов; использован метод фаззи-логики относительно технологий регулирования значимых показателей сред.

В результате выполненных в диссертации исследований было создано:

- новое направление исследований гидродинамики потоков в проточных динамических электрокоагуляторах горизонтального размещения, фракционированного коагулирования, с выполненными в них потоконаправляющими отверстиями в затопленных стенках (перегородках), которые обеспечивают перемещение потока в горизонтальном направлении при пересечении с «плоским» сжатым восходящим потоком электролизных газов и коагуляцию электрогенерированным коагулянтном;

- новое направление газового ингибирования процессов трансформации водных сред, которое имеет большие перспективы развития, с учетом сравнительно низкой стоимости оборудования и высокой эффективности его работы;

- новое научное направление - комплекс мобильных устройств для обслуживания всевозможных видов водных технологических сред, начиная от одиночного станка и заканчивая многокилометровыми автоматическими линиями.

Решена важная научно-практическая и народно хозяйственная проблема ресурсосбережения в химической, машиностроительной, энергетической и других отраслях промышленности.

Создано новое поколение оборудования, которое обеспечивает эффективность химических процессов и аппаратов ингибирования процессов трансформации водных сред. Выполненные разработки прошли производственные испытания и внедрены в технологические процессы, как аддитивное оборудование.

Ключевые слова: водные технологические среды, процессы трансформации, ингибирование, фракционированная коагуляция, обработка жидкостей газом, гидромеханические и массообменные процессы, комплекс процессов и аппаратов, сохранение ресурса, энергосберегающие технологии.

Berezutskiy V. The scientific ground of complex the chemical technologies of inhibition of the processes transformation of water technological environments - Manuscript.

Dissertation on the receipt of scientific degree the doctor of engineering sciences from speciality 05.17.08 - processes and equipments of chemical technology - National technical university «Kharkov polytechnic institute», Department of education and science, young people and sport of Ukraine; Kharkov, 2011.

Dissertation is devoted the decision of the applied scientifically - practical problem from saving of resource in leading industries of Ukraine which has an influence on the economic and ecological indicators of development of productions and answers modern world indexes, in relation to the use of water and water environments on a production. The analysis of domestic and world scientific and technical level of processes and vehicles is executed allowed to develop new scientific direction, which allowed executing the improvement of and other machine-building, power and other industries, formulate sweep and scientific tasks of researches, and define directions and ways of their realization.

The new generation of equipment which provides efficiency of chemical processes and vehicles for inhibition of transformation of water environments at insignificant financial and financial charges is created. Processes and vehicles are developed production tests and embodiments passed in technological processes, as added devices.

Key words: water technological environments, processes of transformation, inhibition, fractionating coagulation, treatment of liquids by gas, hydromechanic process, complex of processes and vehicles, maintainance of resource, energosaving technologies.

