

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет технологій і дизайну

Кафедра хімії та хімічної інженерії

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА АНАЛІЗ МЕТОДІВ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД ЗАВОДІВ З ВИРОБНИЦТВА КОНСЕРВІВ

Галузь знань 16 - Хімічна та біоінженерія

Спеціальність 16 - Хімічні технології та інженерія

Освітня програма - Хімічні технології та інженерія

ДРХТІ. 2021123.21.02.ПЗ

Виконав: здобувач 2 курсу, група ХТІм-21-1 _____ Діана ГЕРЦІЙ

Підпис

Керівник: канд. хім. наук, доцент _____ Василь НЕЗДОРОВІН

Підпис, дата

Нормоконтролер _____ Олександр СТРЕМЕЦЬКИЙ

Підпис, дата

До захисту допускаю:

Зав. кафедри _____ Ольга ПАРАСКА

Підпис, дата

_____ 2022 р.

Хмельницький, 2022

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота (освітній рівень другий, магістерський)
“Дослідження та аналіз методів очищення стічних вод заводів з виробництва консервів”.

Автор кваліфікаційної роботи – здобувач 2 курсу, групи
ХТІм-21-1 Діана ГЕРЦІЙ

Керівник проекту – канд. хім. наук, доцент Василь НЕЗДОРОВІН

Обсяг пояснювальної записки 97 сторінок, рисунків 16,
таблиць 12, джерел 27, графічної частини _____, слайдів у
програмі „Презентація” _____

Ключові слова: ФІЛЬТРУВАННЯ, КАТАЛІТИЧНА ЗАСИПКА,
АДСОРБЦІЯ, БІОСОРБЦІЯ, БІОСОРБЕНТИ, КАТАЛІТИЧНЕ АКТИВОВАНЕ
ВУГІЛЛЯ, ІОННИЙ ОБМІН, ОЧИЩЕННЯ ВОДИ.

Мета роботи – дослідити ефективні методи очищення стічних вод заводів
з виробництва консервів.

Об’єкт дослідження – процес очищення стічних вод заводів з виробництва
консервів.

Предмет дослідження – методи очищення стічних вод заводів з
виробництва консервів.

В роботі доведено що видалення іонів жорсткості з модельного розчину
каталітичним активованим вугіллям GAC Plus з слабоосновним катіонітом
DOWEX -МАК-3 в Na^+ формі проходить ефективно.

Здобувач 2 курсу, групи ХТІм-20-1

Вадим ПЕКАРСЬКИЙ

Дата подання роботи до захисту 23.12.2022

ЗМІСТ

.....	С
Вступ.....	
1 Аналіз джерел науково-технічної інформації проблеми стічних вод харчової промисловості.....	
1.1 Проблеми екологічної небезпеки харчової промисловості.....	
1.2 Аналіз техногенного впливу на гідросферу консервних заводів.....	
1.3 Традиційні методи очищення води заводів з виробництва консервів.....	
2 Об'єкти та методи досліджень.....	
2.1 Методи очищення стічних вод заводів з виробництва консервів.....	
2.1.1 Механічні методи очищення стічних вод заводів з виробництва консервів.....	
2.1.2 Фізико-хімічні методи очищення стічних вод заводів з виробництва консервів.....	
2.1.3 Очищення стічних вод адсорбцією, біосорбентами.....	
2.1.4 Біологічне очищення стічних вод.....	
2.2 Інноваційні методи очищення стічних вод заводів з виробництва консервів.....	
2.2.1 Мембранне очищення стічних вод заводів з виробництва консервів.....	
2.2.2 Ефективність попередньої підготовки води для стабільної роботи мембранних систем.....	
3 Експериментальна частина.....	
3.1 Особливості очищення води виробництва консервних заводів.....	
3.2 Особливості забруднюючих речовин стічної води виробництва консервних заводів.....	

3.3 Особливості методів та прийомів сорбційного очищення стічних вод консервних заводів.....	
Висновки.....	
Перелік джерел посилання.....	

Вступ

На сьогоднішній день ріст потужностей у сільськогосподарській промисловості створює придатні умови для широкого втілення та вдосконалення перероблення харчових, а саме консервних виробництв, які являються головними частинами господарського комплексу і основою в новій практиці для областей із сприятливими природними і кліматичними умовами виготовлення сільськогосподарської продукції. Забезпечуючи комплексне застосування сільськогосподарських матеріалів з однієї сторони і вторинних ресурсів із іншого боку, являється важливим резервом якості переробки-харчових підприємств, а також приводить до підвищення рівню підприємництва.

Можливість комплексного розвинення перероблення харчової промисловості на сьогоднішній день вагомою мірою залежать від певних умов, що вкладають потрібні стимули для осіб бізнесу, а отже і від перспектив підвищувати реконструкції, інвестиційно забезпечувати проекти модернізації і технічного переоснащення головного капіталу. У даний час, все більшої значення набувають потреби у комплексному розвиненні переробки харчових підприємств, що лежить в основі утилізації викидів тваринного і рослинного походження та очищення стічних вод[1].

Насущні питання комплексного розвитку переробки харчових виробництв (консервна промисловість) розглянуті у роботах вітчизняних учених С. Барановського, О. Кривчуна, Г. Мартенюка, М. Мельника, В. Петлюченко, С. Пітховної, І. Со-коловської, В. Тимчака, О. Шеремета . Вони показали теоретичні підходи, надали практичні рекомендації відносно комплексного застосування залишків, збільшення екологічної і економічної якості перероблення вторинних матеріалів харчових виробництв, що є напрямком для застосування відходів, а також для вирішення проблеми поліпшення застосування сировини для переробки харчового виробництв, організаційні, економічні, та технічні умови біоконверсії органічних залишків.

Останнім часом у вчених стає цікавість запитання екологізації харчового виробництва, так як цей спосіб дає можливість покращити фінансово виробництво та екологічне становище країни.

Потреба керування водними ресурсами в контексті екологізації описано в працях М. Стадник, С. Дембіцької. В цих працях показано питання екологізації підприємства одночасно з іншими проблемами всередині країни. Однак, потрібно конкретизувати де-які пункти, розглянути і застосувати методи екологізаційних планів, зрівняти навички України з іншими розвиненими країнами світу. Дані запитання потрібно розглянути і вивчити більш досконало [2].

Харчова, а також і консервна промисловість – є однією із сфер, яка експортується з України. Але наша країна перебуває в таких умовах, які заважають ходу розвинення даної сфери. Такі, як: економічна нестабільність, і політична нестабільність, дорого коштує поновлення матеріальної і технічної бази, не має в наявності плану з техно-інноваційної екологізації, яка бачить екологізацію не тільки технологічної системи, але й усієї системи її керування. Впровадження природоохоронних програм зустрічається з фінансовими та техніко-технологічними питаннями, з нормативно- правовими та організаційно-економічними протиріччями. Винятково насущним стоїть питання розроблення практичних пропозицій для якісного використання вкладень капіталу, призначеного для охорони природи.

1. Аналіз джерел науково-технічної інформації проблеми стічних вод харчової промисловості

1.1 Проблеми екологічної безпеки харчової промисловості

На сьогоднішній день головний інтерес у вчених викликає проблема екологізації харчових, а особливо консервних, так як цей метод дає можливість покращувати екологію навколишнього середовища країни і приведе до зростання капіталу виробництвам. Впливання такого антропогенного навантаження промислових підприємств описано у працях І. Брижана, І. Кобушка, М. Пашкевича. Керування водними ресурсами екологізації розглянуті в працях М. Стадник і С. Дембіцької, де описується проблема екологізації комплексно виробництва. Але існує потреба в узагальненні певних положень, розробці методів, способів запровадження екологізаційних програм та потребі зрівняти навички України з досвідом розвинених країн світу. Дані запитання необхідно більш детально вивчити.

Харчове підприємство, а саме консервне виробництво, має велике значення у житті людини. Основна маса людей навіть не задумуються над питанням, якої негативної шкоди приносить харчова промисловість на екологію навколишнього середовища. Постійний розвиток харчового підприємства не може існувати без чіткого поняття необхідності об'єднання екології і економіки.

На сьогоднішній день харчова промисловість та консервне виробництво являється однією із головних експортуючих галузей України. Але наша країна, в даний час, знаходиться в таких умовах, які заважають ходу розвитку даної сфери. Такі, як: економічна нестабільність, політична нестабільність, висока ціна за поновлення матеріальної і технічної бази, не має в наявності плану з техно-інноваційної екологізації, яка бачить

екологізацію не тільки технологічної системи, але й усієї системи її керування. Запровадження природоохоронних планів поєднуються з фінансовими та техніко-технологічними питаннями, з нормативними, правовими, організаційними та економічними протиріччями. Винятково насущним стоїть питання розроблення практичних пропозицій для якісного використання вкладень капіталу, призначеного для охорони навколишнього середовища.

Необхідно звернути увагу на те, що в країні немає конкретної системи оцінки еколого-економічного ступеня харчового виробництва, яка являється дуже цінною при вирішенні науково-обґрунтованих питань, щодо першості фінансування природоохоронних програм на окремих виробництвах, і розраховувати їх екологічну та економічну якість.

Виробництва харчової і консервної промисловості мають дуже поганий вплив на екологію в нашій країні, так як компанії дуже рідко запроваджують технології: маловідходні чи безвідходні, так як їх вартість висока.. Це призводить до низького рівня очищення стічних вод та великої кількості відходів на виробництві консервів.

Найбільший вплив харчове виробництво має на водні ресурси і стоїть на першому місці за витрачанням води серед інших галузей цієї промисловості.

За витрачанням води на одиницю продукції, яка виготовляється, харчова промисловість займає перше місце. Така кількість використання води призводить до великої кількості утворення стічних вод, у яких великий ступінь забрудненості і являються шкідливими для екології і навколишнього середовища. На консервних виробництвах води використовують більше, ніж потрібно для перероблення сировини. Наведемо приклад. На 1 тону плодів та овочів потрібно витратити 5–7 м³ води. Самі стічні води харчових виробництв інколи не токсичні, проте після того, як вони потрапляють у водойми, то можуть дуже швидко виснажити кисень, який там знаходиться,

та що призводить до гибелі всього живого у водному басейні [3].

Відомо, що виробництво харчової продукції потребує великого об'єму води, призводять до потрапляння шкідливих речовин у навколишнє середовище, які забруднюють довкілля, а такі речовини, як амоніак (NH_3), діоксид азоту (NO_2), хлоридна кислота (HCl), фенол ($\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$), сажа, дифторхлорметан (CHClF_2) тощо, можуть призводити до парникового ефекту. Виробництва викидають газу та пил у навколишнє середовище, що приводить до погіршення стану повітря в атмосфері.

Як і багато других сфер народного господарства, харчова та переробна промисловість має негативний вплив на стан навколишнього середовища. Виготовлення продуктів харчування призводить до утворення рідких, газоподібних та твердих залишків, які забруднюють, атмосферу, гідросферу і також ґрунти. Однак, головною проблемою екології виробництва харчових продуктів являється проблема води. Для усіх виробництв, без винятку, потрібна велика кількість води, яку використовують безпосередньо в технології головного продукту, а також для миття устаткування та других цілей. Основну кількість даної води виводить із процесу у вигляді забруднених стоків та потрапляє у навколишнє середовище. Використання стічних вод за рік на харчових виробництвах складає (м^3): на 1 т мучних виробів – 2,9; на 1 т цукрового буряка випуску цукру – 1,7; на 1000 дал пива – 76; на 1 т пресованих дріжджів для випікання хліба – 170; на 1000 дал спирту – припадає 1300. Більша частка даних стічних вод являється дуже забрудненими водами, і величина ХСК (хімічне споживання кисню) становить від 2000 до 60000 $\text{мг O}_2/\text{дм}^3$. Головна особливість - це занадто великий вміст органічних речовин, розчинених у воді. В результаті діяльності кондитерських і хлібопекарських виробництв у навколишнє середовище і атмосферу надходять і шкідливі речовини, такі як органічний пил (цукровий, борошняний,) під час приймання, зберігання і підготування продукції; пари етанолу ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) і вуглекислого газу (CO_2) у результаті бродіння тіста;

пари етанолу (C_2H_5OH), ацетатної кислот (CH_3COOH) і альдегідів (ацетатних), які з'являються в наслідок випічки хлібобулочних виробів; акролеїн в наслідок випічки формового і подового хліба, пари етанолу (C_2H_5OH), ацетатної кислот (CH_3COOH) і альдегідів (ацетатних) у ході охолодження і зберігання пекарських виробів; окис вуглецю (CO) та оксиди азоту (NO_x/NO_2), від хлібопекарських печей за вживання природного газу як палива; пил, аерозоль для зварювання, окиси марганцю (MgO), амоніак (NH_3), окис вуглецю (CO) та оксиди азоту (NO_x/NO_2), пари лугів — від підсобного підприємства. Зростання кількості випуску харчової продукції вимагає запровадження якісних заходів, щоб економно використовувати водні ресурси. Основна умова для рішення даного питання це потрібно впровадити нові технології виготовлення харчової продукції і далі покращення споживання води [3].

Харчове виробництво належить до сфери підприємств, що робить істотний негативний вплив на навколишнє середовище. Викидання у повітря шкідливих речовин, винищення озонового шару, коли використовують холодоагенти, тверді побутові залишки, забруднення водоймищ стічними водами та ін. являються основною екологічною загрозою у харчовому виробництві.

Насьогодні в Україні у виготовленні харчових продуктів налічується більше 22 тисяч виробництв, але все ж таки є проблема, недостатність полігонів, неефективне поведінка з відходами, викидами і утилізація цих залишків.

Збільшення кількості випуску продукції веде до зростання екологічного навантаження на навколишнє середовище через дію техногенних, антропогенних, чинників і споживання ресурсів. Саме продовольчий комплекс найбільш чутливий до становища навколишнього середовища, а якість його діяльності і якісні характеристики даної продукції комплексу залежать від ефективних характеристик складу його природних і ресурсних потенціалів: кліматичних умов і ресурсів, земельних ресурсів, лісових і водних та других видів ресурсів.

Тільки при здійсненні керування екологічними ризиками на протязі усього технологічного процесу виробництва продукції має можливість забезпечувати екологічну безпеку. Але ці технологічні процеси виготовлення харчової продукції мають особливості, коли здійснюється керування екологічними ризиками.

Екологічною небезпекою при виготовленні виробів із молочних продуктів являються: забруднення стічних вод; викидання в атмосферу пилу і газів і твердих залишків.

Через миття цистерен, які подають молоко на виробництва, також для миття устаткування та приміщення, погану утилізацію сироватки і підсирної сироватки приводять до забруднювання стічної води.

В повітря атмосфери надходять викиди від горіння продуктів, пил від сухого молока та газу холодоагентів.

Виготовлення пива при проведенні технологічних операцій визиває другі екологічні наслідки, які потрібно рішити. У ході приготування пива застосовується великий об'єм води, більша частина якої використовується у виготовленні пива і при випуску продуктів, а інша частина води використовується в ході охолодження і промивання устаткування.

У ході виготовлення пива створюється значна кількість забруднюючих стічних вод, яка містить у собі браковані продукти і воду для промивання устаткування. У цих водах знаходяться токсичні продукти, які завдають шкоду навколишньому середовищу із-за високого вмісту органічних речовин, і тому необхідно здійснювати очищення стічних вод.

Тверді відходи, які у своєму складі містять: органічні речовини, до них відносять: залишки дріжджів, відходи від ходу фільтрування і освітлювання; гідрокарбонат, який отримується під час очищування води; шлам із очисних споруд стічних вод; шкідливі залишки, які містять використану олію і розчинники після технічного обслуговування та використання устаткування

потребують особливої уваги.

Консервна промисловість характеризується попитом у використанні устаткування для охолодження продукції на різних етапах технологічного ходу, але

при цьому холодоагенти відносяться до хімічних речовин, наприклад, хлорфторвуглеці, гідрохлорфторвуглеці, аміак тощо, які можуть руйнувати озоновий шар.

При використанні упаковки з'являються тверді відходи У консервному виробництві застосовують скло, алюміній (Al), картон, пластик, які мають дуже високу питому вагу у загальній масі залишків. До твердих відходів також відноситься шлам від миття устаткування. При виготовленні консервів тверді відходи теж можуть виникати при появи дефектної сировини та продуктів, а також при чищенні устаткування [4].

Недостатня кількість виробництв із комплексним підходом до переробки залишків являється проблема українського харчового виробництва.

Поняття екологічних проблем, що з'являються під час виробництва харчових продуктів, дозволять впровадити заходи, які потрібні для зниження тиску на навколишнє середовище та звести до мінімуму екологічні ризики.

Зменшення забруднення стічних вод включає: посилення контролю за скиданням стічних вод; встановлення та модернізацію очисних споруд підприємств; здійснення поділу технологічних, охолоджуючих та санітарних стоків води для направлення стічних вод на перероблення; використання миючих засобів у межах установлених правил; впровадження процедур, які передбачають постійні огляди зливної каналізації та каналізаційної системи для забруднених стоків, каналізаційних колодязів, колекторів стічних вод.

Щоб зменшити використання води необхідно проводити: очищення і вторинне використання води на підприємстві та якнайкраще використовувати воду та миючі засоби; рециркуляцію води, яка охолоджується; застосування

кранів з автоматичними запірними клапанами; використовувати шланги високого тиску, щоб мінімізувати витрати води.

Щоб зменшити збитки для навколишнього середовища від твердих залишків, які утворюються в наслідок виробництва та споживання продуктів харчування необхідно: придати уваги використанню пакувального матеріалу, який можливо використати повторно (оборотна тара) або підлягає переробці; впроваджувати технологію переробки технологічних відходів для випуску продуктів нижчого класу, наприклад, корм для тварин; застосування безвідходних технологій та технологій, що цілеспрямовано ведуть до підвищення випуску готової продукції; введення надійних, гігієнічних, які не потребують очищення і мінімізації ручної праці робітників, систем керування відходами; застосування відходів як речовини для виробництв, які випускають компост; застосування якісного пакування для продуктів харчування.

Щоб знизити затрати носіїв енергії, потрібно здійснити: застосування автоматичних дверних дотягувачів і сигналізації у холодильних камерах; економію електричної енергії, використовуючи теплообмінники для конденсації і охолодження; систематично відбирати проби і здійснювати безперервний моніторинг головних виробничих параметрів з метою знаходження і зменшення виробничих витрат, в наслідок чого відбувається, зменшення кількості залишків, електричної енергії - і споживання води.

При порушенні вимог до якості води , які ведуть до погіршення водних екологічних систем, відбувається зменшення продуктивності водоймищ.. Більша частина населення України споживає для своїх життєвих потреб недоброякісну воду, яка погрожує здоров'ю людини.

Великий показник мінералізованої питної води, а саме, підземних вод, який ми бачимо в південній частині України, підвищує можливість захворювань на хвороби кишкового-шлункового тракту, а також на сечокам'яну хворобу, жовчно-кам'яну хворобу та гастрити.

Підземні води на території України, за показами регіонального оцінювання, складають 61690 тис. м³/добу на кв. км. Їх розподіл по всій площі надто не рівномірний. Головна частка водних ресурсів знаходиться у північних та північно-західних областях, а саме - Волино-Подільського та Дніпровського артезіанських басейнах., Так як південні області України знаходяться на територіях з незручними умовами утворення підземних вод, то вони мають обмежені ресурси цих підземних вод.

У північній частині країни водні ресурси становлять 100–500 тис.м³/добу на кв. км, а в деяких районах Чернігівської та Київської областей можуть перевищувати цей показник, тоді, як у південних областях вони навіть не досягають 50 тис.м³/добу на кв. км, а на території південної частини Українського та частково в районах Причорномор'я і Прикарпаття, ці показники становлять 5 тис.м³/добу на кв. км і менше [5].

Насущною екологічною проблемою України являється очистка промислових стічних вод, зокрема стічних вод виробництв харчової промисловості. На сьогоднішній промислове перероблення сировини сільського господарства, яке проходить без врахування екологічних наслідків, веде до забруднення не тільки водних ресурсів, повітря і атмосфери в цілому, а й ґрунтах, сприяє погіршенню родючості землі. В наслідок цього, біля цукрових, спиртових, дріжджових, м'ясопереробних та інших харчових виробництвах з'являються мертві пасовища, які забруднюються завдяки неякісному очищенню промислових стоків води.

Проводячи детальний аналіз складу стоків виробництв харчових продуктів, можна підштовхнути до вирішення проблеми наявності у стічних водах біологічного забруднення.

У сферах харчової індустрії стічні води дуже різняться за будовою, умовами виникнення, об'ємом і фізико-хімічними особливостями. Отже,

головною ознакою водовідведення на м'ясопереробних підприємствах являється те, що втрати води залежать, як від потужності підприємства, так і від асортименту продукції, яку виготовляють. Враховуючи роботу локальних очисних споруд, концентрація завислих речовин в стічних водах мясокомбінатів змінюється від 1200 до 2000 мг/дм³, склад жирів відповідає 200 мг/дм³, а біологічне використання кисню (БСК) відповідає 1400 – 1500 мг/дм³. Для стоків води м'ясокомбінатів відповідає високий вміст азоту (N): загального – 18 – 192 мг/дм³, амонійного – 14 – 7 мг/дм³. У стічній воді м'ясокомбінатів знаходяться нітрити і нітрати, відповідно 0,002 – 0,02 мг/дм³ та 0,5 мг/дм³.

У рибопереробній індустрії стічні води відповідають наступним показанням: хімічне споживання кисню (ХСК) становить від 800 до 5500 мг/дм³, завислі речовини становлять від 600 до 3000 мг/дм³, жири становлять від 550 до 2500 мг/дм³. У складі стоків води містяться такі елементи, як азот (N) та фосфор (P), якого достатньо для проведення біологічного чищення.

Очистки стоків води від лактози - молочного цукру та молочного жиру, які занадто повільно розщиплюються, даючи перешкоди при використанні методу біологічного чищення стоків води – головна проблема для виробництва молочної продукції.

Промислові стоки води на оліе екстракційних підприємствах після, того як було проведено механічне чищення складали: завислих речовини, які зависали – від 300 до 400 мг/дм³, жирів – від 50 до 60 мг/дм³, БСК_{повне} - від 350 до 400 мг/дм³, рН 6 – 7,2 і температура - до 30°C. Шкідливі та токсичні речовини в стічній воді були відсутні.

На дріжджових підприємствах стічні води мають рН 4,3 – 5,5, завислі речовини складають – 380 – 910 мг/дм³, їм характерний стійкий темно-коричневий колір, висока концентрація органічних та мінеральних речовин і не задовольняють нормам викиду їх у каналізаційні споруди для наступного їх

очищення на очисних спорудах.

Хімічний склад стічної води дріжджового підприємства наведений в таблиці 1.

Таблиця 1 - Хімічний склад стічної води дріжджового підприємства

Показники	Одиниця вимірювання	Значення
рН	од. рН	4,7
Хлориди	мг/дм ³	1351,3
Нітрити	мг/дм ³	1,8
Нітрати	мг/дм ³	10,0
Зважені речовини	мг/дм ³	3200,0
Прокалений залишок	мг/дм ³	1600,0
Сульфати	мг/дм ³	3456,6
ХСК _{повне}	Мг О ₂ /дм ³	18240,0
БСК _{повне}	Мг О ₂ /дм ³	3900,0

Загальну характеристику стічних вод підприємств харчової промисловості, які зображають найбільший об'ємом та забруднення, наведено в таблиці 2.

Таблиця 2 - Характеристика стічних вод харчової промисловості

Підприємство	Кількість стічних вод на од. продукції, м ³ /т	БСК _{повне} , мг О ₂ /дм ³	Основний тип забруднень
1	2	3	4
М'ясокомбінати	40	1400 - 1500	Білки, жири
Молокозаводи	4,5	1200	Білки, жири
Підприємства згущеного та сухого молока	3	100	Білки, вуглеводи
Сироробні підприємства	4,5	2400	Білки, жири,
Цукрові підприємства	2,2	3200 - 7700	Вуглеводи, білки, апоніни

Кінець таблиці 2

1	2	3	4
Крохмале-паточні підприємства	95	2000	Вуглеводи
Олієекстракційні підприємства	2,5	1600	Жири
Дріжджові підприємства	20	14400	Органічні та мінеральні сполуки
Спиртові підприємства	40	5000	Спирти, органічні кислоти
Консервні підприємства	3	1500	Білки, жири

Питання промислових стічних вод можна вирішувати різноманітними шляхами: попереджуючи можливість їх виникнення, а саме утворення підприємств, які не мають залишків (переваги майбутнього); викиди стічних вод у природні водоймища, насамперед у річки, при умові, коли концентрація речовин, які забруднюють водойми, разом із фовоюю концентрацією речовин, які забруднюють водойми, не утворять територій з дуже високими гранично допустимими концентраціями; очищення виробничих стоків на міських очисних системах із виведенням промислових стічних вод у мережу каналізації; першочергове очищення стічних вод на промислових спорудах, які призначені для очищення стічних вод, з подальшою їх доочисткою на міських очисних спорудженнях; а саме - відведення частини очищеної стічної води в каналізацію; очищення стоків вод на промислових очисних споруд з метою повернення частини води повторно у виробничий цикл, а інша частина очищеної стічної води видаляється в природні водоймища.

Для рішення питання, щодо промислових стічних вод, перевагу надають тим заходам, які являються самими ефективними в економічному понятті. На вибір методів утилізації стічних вод на підприємствах впливає концентрація

речовин, які забруднюють, об'єми стічних вод, систематичність їх утворення та наявність необхідного ступеня їх очистки.

1.2 Аналіз техногенного впливу на гідросферу консервних заводів

Проблематичний стан екологічної ситуації спонукає до вирішення необхідних сумісних та узгоджених екологічних питань різними виробництвами, коли при формуванні порядку екологічного і економічного керування потрібно ураховувати і методи кооперації і циркулярності. Завдання першого методу - це на основі всебічного розвинення кооперування виробництв, які належать до різних сфер, вміти організувати об'єднаний матеріально-ресурсний ланцюг від розроблення і видобування до виготовлення кінцевого продукту та його утилізації, який відслужив свій строк, а завдання другого – це потреба у розробці циклічних систем, які відтворюються [6].

У ході діяльності харчове виробництво переробляє значну частину сировини сільського господарства, при переробленні якої в кінцевий продукт не сягає 100 %. Тоді, вихід готового продукту при переробленні насіння соняшника на олію складатиме приблизно 30 %, а вихід готового продукту з цукрового буряка на цукор складає не більше 15 % від маси вихідної матеріалу. Відносно маси використаного матеріалу, кількість утвореного продукту практично однакова.

Кожен рік, в результаті господарської дії, виникають величезні об'єми харчових викидів майже в усіх сферах переробного виробництва. Отже, цукровим підприємствам поруч із головним виробництвом харчової продукції, належить 15-20 млн. т викидів, плодоовочевим підприємствам – 0,5-0,9, консервним – 0,1-0,12, виноробними – 0,2-0,3 млн. т, спиртовим, пивоварничими та безалкогольними – 50-75 тис. т, мікробіологічним – 5 % (від маси готової продукції); зернопереробним комбінатам – 6 % (від маси зерна, яке

переробили) та олійним і жировим підприємствам – 16-20% (таблиця 3).

Застосування відходів харчового виробництва у малих об'ємах, значно пом'якшує їх негативне впливання на недоцільну експлуатацію ресурсного потенціалу сільськогосподарського сектора економіки та екологічний стан навколишнього середовища. При тривалому зберіганні органічних відходів, вони псується і втрачають свої властивості, при цьому забруднюють довкілля і ускладнюють основним процесам виробництва. Велика кількість відходів продукції може бути ще раз використаною, як матеріал для виробництва продуктів харчування. Відходи харчового виробництва та сфери їх вторинного використання наведені в таблиці 3.

Таблиця 3 - Відходи харчового виробництва та сфери їх вторинного використання

Галузі харчового виробництва	Види харчових відходів	Обсяги утворення	Продукти, отримані з відходів
1	2	3	4
Молокопереробна	Сироватка	15 % від маси сировини	Корми
Мясопереробна (включаючи рибництво)	Відходи кісток, субпродуктів	11 % від маси готового продукту	Корми
Цукрова, крохмалепатокова	Буряковий жом, кортопляні вичавки	15-20 млн т за рік	Корми, пектин
Олієжирова	Жмих, шрот	15 % від маси сировини	Корми
Плодоовочева, консервна	Яблучні, ягідні та овочеві вичавки	0,5-0,9 млн т за рік; 0,1- 0,12 млн т за рік;	Корми, екстин, фруктові порошки
Зернопереробна	Лушпиння соняшнику, шроти, облущені качани кукурудзи	16-20 % від маси переробленого зерна	Паливо, спирти, ксиліт, дріжджі

Кінець таблиці 3

1	2	3	4
Спиртова та пивобезалкогольна	Зернові та хмельові шроти, пивна дробина	50-75 тис. т за рік	Корми, спирт, ксиліт, дріжджі
Виноробна	Виноградні та фруктові вичавки	0,2-0,3 млн т за рік	Спирти, барвники, корми
Мікробіологічна	Відпрацьовані дріжджі та гриби	5 % від маси готового продукту	Корми
Кондитерська	Осади, обрізки хрусткі	2 % від маси готового продукту	Корми

Гарний вплив повторного застосування залишків виявляється в тому, що відходи харчового виробництва являються дуже цінними ресурсами, тому що в них є значна кількість різноманітних мікроелементів, а також вітаміни, білки, харчові кислоти, олії та інші корисні елементи. Залишки і сторонні продукти промисловості і перероблення продукції сільського господарства являються головним резервом збереження ресурсів. У відповідності від сукупності потреб, відходи харчових виробництв, зазвичай, застосовуються у непереробному виді, такі як свіжі корми - це збиране молоко, барда, жом, патока та як продукти перероблення, такі як комбіновані корми – це зернові шроти, соняшникові шроти, висівки, зернове лушпиння, а також добрива – виноградні вичавки, фруктові-ягідні вичавки, лушпиння соняшнику; та вибіркового джерел енергії, наприклад, облущені качани кукурудзи або шкарлупи горіхів та як джерело отримання сорбційної сировини, які використовують у медицині та харчовій промисловості - відпрацьовані дріжджі, гриби тощо.

Основною ознакою переробного виробництва являється те, що до її складу належать різні сфери харчової промисловості, де в ході головного виробництва створюються зворотні відходи або супровідні продукти. Зворотні відходи на відмінність від супровідних продуктів являються залишками матеріалу.

Перероблення зворотних відходів харчового виробництва потребує виконання побічних технологічних процесів.

Новітні методи поведінки з органічними відходами можливо поділити на три групи способів: спалювання, захоронення та складування та утилізація.

Порівнюючи дослідження можна зробити висновок, що утилізація – переробка відходів являється більш еколого-ефективним методом поведінки з відходами, в наслідок якої одержуємо продукти, які можна застосовувати на інших підприємства, а отже приєднувати їх у безперервний цикл виробництва – рециклінг. Рішення питання поведінки з відходами являється раціональним, ресурсозберігаючим, екологічно надійним та економічно рентабельним. Утилізація відходів вимагає великої організації збирання сміття, успіх використання такого способу залежить значним чином від культури і відповідальності людей.

Поміж біотехнологічних способів, що можливо використати для якісної утилізації органічних відходів, виділяють найкраще досліджені і перспективні, еколого-економічно доцільні – анаеробне зброджування (біометаногенез), вермі-компостування, компостування.

Підприємства з виробництва консервів являються джерелами впливання на навколишнє середовище. Впровадження природоохоронних програм зустрічається як з технологічними і фінансовими питаннями, так і з організаційними, економічними, нормативними, правовими суперечливостями. Отже, основним питанням стратегічного розвинення виробництва плодоовочевої консервної промисловості являється: поліпшення теоретичних, наукових та методичних підходів, щоб планувати, впроваджувати та керувати реалізацією інноваційних проєктів; розроблення методик інтегрального оцінювання інноваційного рівня виробництв як інформаційного основоположення формування пріоритетних і економічно якісних напрямлень державного фінансування інноваційних заходів, розроблення механізмів стимулювати

інноваційну діяльність.

Щоб здійснити такий план, потрібно змінити систему фінансової та господарської діяльності. На сьогодні питання забезпечення якості підприємства повинно обговорюватися не тільки з точки зору позиції одержання постійного прибутку, а і з позиції забезпечувати потреби споживачів екологічно чистими продуктами харчування [7].

Новий підхід виробництва повинен бути націленим також і на економію витрат. Ця ціль буде досягнута внаслідок введення ресурсозберігаючих технологій та використовуючи комплексне перероблення матеріалу. За рахунок зменшення витрат на транспортування матеріалу можливо досягнути зменшення економії витрат. Так, як сировина консервної промисловості має малий проміжок збереження, тому при недбалому збиранні, зберіганні і транспортуванні, сировина втрачає свої якості. Перероблення та утилізація залишків консервної промисловості являється першим кроком до економії витрат та підвищення якості виробництва.

До методів консервування соків із рослинної сировини відносяться всі засоби збереження її в свіжому вигляді. При створенні певних умови та впливанні різних факторів, наприклад, температури, відносної вологості повітря, газообміну, створивши даний склад атмосфери і тощо, можливо збільшити зберігання овочів та плодів.

Майже всі методи оброблення, впливання яких дозволяє одержати нову продукцію гарної якості, а також збільшити строк їх збереження, мають відношення до консервування рослинної сировини. До цих методів належать теплове оброблення, заморожування, висушування, квашення, соління, копчення маринування, а також оброблення антисептиком, цукром та консервантами.

Усі ці методи перероблення соковитих рослинних матеріалів так, як і методи їх збереження в продовж певного часу у свіжому виді, роблять консервуванням даної продукції. Але, при переробленні сировини отримують

нові і якісні продукти, життєва роль яких при цьому більш-менш або повністю пригнічена. Це зв'язано з різноманітними факторами впливання на рослинні матеріали, а також і при внесенні добавок, наприклад, сіль, цукор тощо. Потрібно сказати, що свіжі плоди, ягоди і овочі можна реалізовувати як у свіжому виді, але вони можуть слугувати сировиною для перероблення. У теперішній час збереження і перероблення сировини доповнюють одне одного і мають одну ціль - це збереження якості продукції і її харчової цінності.

Методи перероблення сировини можна поділити на 5 груп в залежності від чинників впливання, таких як фізичні, наприклад, температура, сушіння, іонізуюча радіація, електричний струм тощо; хімічні, наприклад, антисептики, засоби для консервування; фізико-хімічні, наприклад, осмотичнодіяльні речовини; біохімічні, наприклад, квашення, соління; комбіновані, наприклад, тепло та засоби, які конденсують). Сировина, яка піддається переробленню, проходить деякі етапи технологічного процесу, і дуже багато з яких повторюються при різноманітних методах консервування, а саме: вимоги до матеріалу, до тари, до методів виявлення браку сировини.

Розглянемо технологічні особливості випуску консервної продукції.

Технологічний хід консервного виробництва поєднується з присутністю великої частини залишків: вижимки від фруктів, кісточка плодів, насіння. Питома вага залишків сировини в цій галузі містить в середньому 25-40 % від маси сировини, яка переробляється.

Вода являється основною складовою технологічного процесу в консервній сфері. Ціна фондів, які забезпечують водопостачання в середньому складає 25% від загальної ціни головних фондів консервних виробництв.

Технологічний хід виготовлення консервів - це безперервний процес.

При виготовленні харчової продукції відбувається утворення рідких, газоподібних і твердих залишків сировини, які приводять до забруднення гідросфери, атмосфери та ґрунту. Проте основна проблема екології харчової

промисловості - це питання води. Для всіх виробництв потрібна води, у великій кількості, яку використовують в технології головного продукту, наприклад, пивоварна, спиртова, цукрова, для миття устаткування та інших потреб. Більша кількість цієї води у виді стічної води видаляється та потрапляє у навколишнє середовище. В середньому за рік на харчових підприємствах витрати стічної води (СВ) становлять (m^3): на 1 т хлібобулочних виробів – 2,9; на 1т цукрового буряка у виробництві цукру – 1,7; на 1000 дал пива – 76; на 1т пресованих хлібопекарських дріжджів – 170; на 1000 дал спирту – 1300. Більша частина цих стічних вод виявляється сильно забрудненими водами і хімічне споживання кисню становить від 2000 до 60000 мг O_2/dm^3 . Головна їх особливість - це високий вміст розчинених органічних речовин. Видалення таких вод у міську каналізаційну мережу не дозволяється, а виведення і збирання їх на «полях фільтрації» веде до виникнення токсичних речовин, які забруднюють повітря в атмосфері на великій території.

М'ясна, цукрова, спиртова та дріжджова сфери харчової виробництва приносять великі негативні наслідки для навколишнє середовище [8].

Забруднені стічні води, які мають у складі органічні речовини рослинного і тваринного походження, потрапляючи у природні водоймища ведуть до негативних умов життєдіяльності гідробіонтів, так як на розклад цих речовин витрачається розчинений у воді кисень, і є який є головною умовою життєдіяльності біоти водоймищ. Отже, один літр стічної води спиртового підприємства, м'ясокомбінату або сирзаводу можуть забруднити декілька тисяч літрів води.

На сьогодні на вітчизняних консервних підприємствах дуже мало є якісних очисних споруд, а економічний механізм забезпечування безпеки навколишнього середовища використовують погано і не заохочують підприємства до організації діляниць з очищення стічних вод.

Однією з основних галузей харчової промисловості усіх держав, являється перероблення овочевої продукції на консервному виробництві.. Саме ця сфера виробництва являється джерелом виникнення великої кількості промислових стічних вод з великою концентрацією. Попадання забруднених стічних вод до міської каналізації без попереднього очищення являється причиною зміни умов використання мережі, насосної станції, очисних споруджень, які також несуть загрозу природним водоймам і навколишньому середовищу.

Майже всі консервні виробництва зв'язані зі використанням води з водопроводу, колодязів чи свердловини.

Вода, яка застосовується для консервного виробництва за своїм призначенням ділять на технічну та технологічну. Технологічна вода – це та, яка являється сировиною і входить до складу харчової продукції і напоїв, і також вода, яка має безпосередній контакт з харчовою сировиною в технологічному процесі. Технічна вода (вода для технічного використання) - це вода, яку застосовують для забезпечування технологічного процесу на всіх етапах виробництва і існування підприємства. Таким чином, вода не контактує з матеріалом, напівпродуктами і виготовленою продукцією, а застосовується для охолодження напівфабрикатів і продукції, і також прибирання і миття приміщень тощо.

Стічні води підприємств консервного виробництва різняться великими концентраціями органічного забруднення, наприклад, жири, білки, крохмаль, цукор тощо. Цим стічних вод притаманні характерні великі показники хімічного споживання кисню (ХСК), біологічного споживання кисню (БСК), а також завислих речовин, жирів і іншого забруднення.

В міську каналізаційну систему скидати такі стічні води без попереднього очищення, недопустимо. Отже, стічні води консервної промисловості потребують розроблення якісних технологічних систем очищення перед їх потраплянням у міську каналізаційну систему або повторним застосуванням на

підприємстві у замкнутому ряду.

1.3 Традиційні методи очищення води заводів з виробництва консервів

Вода як основна або супутня речовина застосовується у майже у всіх технологічних процесів виробництва консервної продукції. Майже всі харчова промисловість зв'язана із використанням води з водопроводу, свердловин або колодязів.

Вода, що використовується у виготовленні харчової продукції, за використанням ділять на технічну воду та на технологічну воду. Вода, яка являється сировиною та міститься у складі харчових продуктів і напоїв, і прямо вступає у контакт з харчовою сировиною у технологічному ході називають технологічною водою. До технічної води, або води технічного для технічного призначення відноситься вода, яка використовується для задоволення технологічного ходу на всіх ступенях виробництва консервних продуктів існування підприємства у цілому. Отож, ця вода не контактує з матеріалами, напівпродуктами і готовими продуктами, а застосовується для охолодження напівфабрикатів і продукції, а також для миття виробничих кімнат тощо [9].

Значить, на усіх ступенях технологічного процесу, де застосовується вода, виникають стічні води, які потрібно піддати очищенню перед видаленням їх в водоймища, каналізаційну систему, при первинному чи вторинному використанні.

Головними положеннями при вибиранні технології очищування забруднених стічних вод консервних підприємств являється склад води, тобто присутність у ній речовин, які її забруднюють. У залежності від складу води, використання площі виробництва розраховуються проекти з локальними чи загальними схемами очищування стічних вод консервних підприємств.

Промислові стічні води, які виникають на підприємствах консервного виробництва, за органічними забруднювачами являються складними полідисперсними системами.

Для надійного видалення стоків води, які забруднені, у каналізацію, необхідно мати на території виробництва локальні очисні забудування, які будуть очищувати стічні води від жиру, суспензій та будь-яких забруднювачів до певного рівня очищення.

Будова стічних вод підприємств консервного виробництва - це багатоперіодичний технологічний хід очищення. Усі виробництва харчової індустрії повинні мати в наявності власні споруди для очищення стічної води. Але, часто бувають інциденти, коли підприємства видаляють забруднені стоки води у каналізаційну систему. Відповідно з «Правилами приймання стічних вод підприємств у комунальні та відомчі каналізаційні мережі міст та селищ України», ГДК (гранично допустимий коефіцієнт) викидів за показником (ХСК) хімічного споживання кисню повинна становити не більш $500 \text{ мг O}_2/\text{дм}^3$. Проте, показання стічної води підприємств консервного виробництва можуть бути вищими за ці норми у декілька разів.

На молочних, м'ясопереробних, оліє-жирових, а також зернопереробних виробництвах виникають концентровані стічні води, яким характерний високий вміст органічних речовин, їх БСК складає більш ніж $2000 \text{ мг O}_2/\text{дм}^3$.

На першому місці в процесі очищення стічної води стоїть механічне очищення. Механічне очищення здійснюють для видалення зі стічної води різних нерозчинених, зважених, плаваючих і тонучих домішок, котрі мають здатність шкодити дальнішому процесу очищення і мають свою вартість. До таких домішок належить пісок, частки сировини і готових продуктів, осади різноманітного походження. Для забезпечення якісного механічного очищення часто застосовують ґрати, піскоуловлювачі, а також відстійники.

Основним етапом очищування стоків консервної промисловості у

більшості випадків потрібно застосовувати біологічне очищення. Від того, яка концентрація забруднення у стічній воді, можна зробити висновок, яке очищення потрібно провести - анаеробне чи аеробне. Головним в цьому очищенні являється метод застосування забруднень для життя та діяльності мікроорганізмів, які розповсюджені у стічній воді.

Анаеробне очищення потрібно застосовувати при очищенні стічних вод з високою концентрацією.. Наслідком анаеробного очищення такої стічної води є утворення великої кількості економічно корисного біогазу, в якому знаходиться приблизно 80 % органічних сполук . У його складі міститься 60 – 80 % метану (CH_4) і 20 – 40 % двооксиду вуглецю(CO_2) . Біогаз використовують для спалювання та отримання теплової енергії. Активний мул, який видаляється після очищення, використовують як добриво чи додаток до кормів, так як він дуже цінний продукт, збагачений групою вітамінів B_{12} , концентрація якого містить 45 – 50 мкг/г сухої речовини.

Консервне виробництво являється головною складовою сільського господарства, що зіграє основну роль у рішенні питання, як забезпечити населення харчовою продукцією різного асортименту, великому обсязі та достатній кількості для формування якісного харчового раціону. Консервне виробництво має можливість надати внутрішні потреби для населення нашої країни у продовольчих продуктах; на їх долю приходиться більш як 50% власного використання. Застосовуючи рослинну і тваринну сировину, консервна промисловість у більшій мірі, ніж інші виробництв, зв'язана із сільським господарством [7].

Підприємства консервної промисловості являється основою впливання на навколишнє середовище. Впровадження природоохоронних питань зустрічаються як з техніко-технологічними і фінансовими питаннями, також і з організаційними, економічними, нормативними та правовими суперечками. Отже, головною темою стратегічного розвитку виробництв плодоовочевої

консервної промисловості являється: вдосконалення теоретичних, наукових та методичних навиків планування, виконання, керування, реалізації нових проєктів; розроблення системи інтегрального оцінювання перспективного рівня виробництва, розроблення системи стимулювання інноваційної роботи.

Щоб реалізувати такі стратегії потрібно провести реформу системи господарського обґрунтування фінансово-господарської практики. На сьогодні питання забезпечення якості підприємства потрібно розглядати не тільки з сторони одержання постійного прибутку, а і з сторони задоволення потреб споживачів в екологічно чистих інноваційних продуктах харчування.

З іншої сторони, покращення виробництва повинно бути спрямоване і на економію витрат. Ця ціль виконується за рахунок покращення ресурсозберігаючих технологій і застосування комплексного перероблення матеріалу. Економити витрати можливо за рахунок пониження втрат від транспортування матеріалу. Нам відомо, що сировина консервної промисловості має малий термін збереження, дуже швидко губить свої якості під час поганого, збереження та транспортуванні. Перероблення та утилізація залишків консервного виробництва це перший крок, який веде до економії витрат і, як наслідок цього, до збільшення якості виробництва.

До методів консервування рослинної сировини відносяться всі методи збереження її в свіжому стані, так як підвищення лежкості плодів і овочів можливо лише тоді, коли створюються сприятливі умови: температура, відносна вологість повітря, газообмін, створення певного складу атмосфери тощо.

До консервації рослинної сировини відносять також усі методи оброблення, впливання яких дозволяє одержати продукцію кращої якості і збільшити строки їх збереження. Сюди належить теплове оброблення, заморожування, сушка, соління, квашення, маринування, копчення, оброблення антисептиком, цукром та консервантами.

Усі засоби перероблення соковитої рослинної сировини, як і засоби

збереження її довгий час у свіжому стані, проводять консервування продукції. Проте при переробленні створюються нові, якісні продукти, життєві функції яких частково або повністю пригноблені. Це зв'язано з різноманітними показниками, які впливають на рослинну сировину і внесенням добавок, наприклад, сілі, цукру тощо. Потрібно відмітити, що збереження свіжих ягід, плодів, і овочів може залишитись використанням їх в свіжому стані, але вони можуть служити і сировиною для перероблення. В даному моменті збереження і перероблення поєднуються один в одному і мають одну ціль, це збереження якості продукції і його харчової цінності.

Методи перероблення плодів і овочів ділять на п'ять груп у залежності від факторів впливання. Це фізичні: температура, сушіння, іонізуюча радіація, електричний струм тощо, хімічні; антисептики, консерванти, фізико-хімічні: осмотично-діяльні речовини, біохімічні: квашення, соління, комбіновані: тепло і консервуючі засоби. Всі типи сировини, які можливо переробити, повинні пройти певні етапи технологічного процесу, чи багато з яких можуть повторюватися при різноманітних методах консервування. Вимагаються також певні правила до сировини, тари, методів видалення видів браку.

Зупинимось на технологічних особливостях виробництва консервної продукції.

Технологічний процес консервного підприємства тісно з'єднаний з присутністю великої кількості залишків: фруктових вижимок, плодових кісточок, насіння. Питома вага відходів в консервному виробництві налічує приблизно 25-40 % від маси сировини, яка перероблюється. У відходи знаходяться цінні харчові речовини, які можна використовувати на даному підприємстві як нову сировину чи напівфабрикати, які можна використовувати для випуску других харчових і технічних продуктів. Продуктами перероблення залишків являється халва, олійні кісточкові олії, повидло, джеми тощо. Отже, рішення питання економного застосування сировини та матеріалів залежить від вибраної методики

комплексного застосування сировини.

Технологічні ходи в консервній промисловості являються дуже водоемними. Ціна фондів, які забезпечують водопостачання в загальній ціні головних фондів консервних підприємств складає 25%. Це є ще одне джерело економії - впровадження технологій, які приводять до економії води.

Характерною властивістю технологічного ходу плодоовочевих виробництв являється послідовне виробництво різноманітних видів продукції на тому ж самому устаткуванні, але сировина і способи її перероблення різні.

Технологічний хід виготовлення консервів характеризується безперервністю, крім невеликих перерв на миття устаткування, та заміною сировини, тому виробництво продукції безперервне.

Особливістю плодоовочевих консервних підприємств являється ще і те, що продукція проходить переробку на цілому ряді послідовних стадій виробництва це - інспекція сировини, сортування, миття, механічна оброблення, бланшування, а також фасування, закупорювання, стерилізування, етикетування і пакування.

Головною властивістю консервного виробництва являється груповий характер плодоовочевого матеріалу, який дає можливість виробляти декілька видів як головної, так і другорядної продукції і одночасно отримувати відходи для дальнішого використання - це- вторинні матеріальні ресурси. Сукупне перероблення матеріалів сільського господарства значно впливає на організацію обліку витрачання, так як при випуску кількох видів продуктів з першочергової сировини впливає питання, - це віднесення матеріального витрачання на собівартість продукції, яка виготовляється.

Різна технологія перероблення продукції сільського господарства і також різноманітний асортимент консервної продукції, яка випускається, спонукає до використання різних видів тари для її розфасування. У бочки пакують солоні та квашені овочі; у мішки сушені - овочі та фрукти; консерви пакують у металеву

та скляну тару (банки, пляшки, бутилі). Велику увагу приділяють на зовнішній вигляд продукції, що зумовлює необхідність застосовувати одноразову тару, яка виготовлена за зразками передових закордонних виробництв.

Можна зробити наступні висновки про аналіз теперішнього стану в галузі керування екологічною безпекою плодоовочевої консервної промисловості в рамках утворення та поводження з залишками сировини, та застосування біотехнологічних систем для пониження рівня екологічної загрози.

В Україні поведінка до твердих відходів низька, так як існує відсутність системних механізмів упровадження енерго і ресурсо-зберігаючих навичок утилізації залишків сировини, а також часто ми спостерігаємо відмову від сучасних технологічних міроприємств, організації комплексного механізму керування залишками продукції.

Харчова галузь являється потужним джерелом утворення екологічної загрози в цілому, а саме , утворюється велика кількість залишків сировини, що в сфері плодоовочевої консервної промисловості мають однаковий органічний склад. Технологічний хід консервного виробництва дуже поєднаний з присутністю залишків: фруктових віджимок, плодкових кісточок та насіння. Питома маса відходів консервної промисловості в середньому складає 25-40 % від ваги сировини, що перероблюється, а у їх складі містяться дуже цінні харчові елементи, котрі являють собою побічний матеріальний ресурс.

Комплексне оцінювання та використання механізмів керування екологічною безпекою, а також поводження з залишками повинно бути запропоновано на вивченні екологічних планів взаємної дії виробництв плодоовочевої консервної галузі з елементами довкілля, приймаючи до уваги балансові схеми життєвого циклу смітників.

Щоб досягнути потрібного рівня екологічної безпеки у галузі поводження з твердими відходами виробництв плодоовочевої консервної промисловості потрібно впроваджувати такі способи знезаражування та перероблення відходів,

які злагоджено і а оптимально будуть взаємодіяти з екологічним циклом, а саме, методами утилізації залишків виробництва, які ґрунтуються на природних процесах, не мають других наслідків та забезпечують рециклінг органічної частки та техногенної неорганічної частки залишків сировини.. Біотехнологічні способи являються самими оптимальними та безпечними, особливо, метод компостування, який являється метою дальнішого дослідження.

В Україні консервна промисловість являється однією із головних сфер виробництва, яке постійно удосконалюється. Консервна промисловість негативного впливає на довкілля та навколишнє середовище. Водні ресурси за інтенсивністю взаємозв'язку з навколишнім середовищем займають перше місце серед об'єктів природи у консервному виробництві. Вода на консервних виробництвах застосовується в багатьох технологічних процесах одержування продукції, як основної або вторинної сировина. За витрачанням води на одиницю випуску продукту, консервне виробництво займає одне з перших місць [10].

Промислове консервні підприємства являються виробниками стічних вод, яким присутній значний рівень забруднення. Отже, у 95% стоків води, які створюються в результаті виробництва, знаходяться великі концентрації речовин, які забруднюють воду. Без першочергового очищування стічних вод підприємств консервної промисловості, ці стоки не можуть бути видалені в міську каналізаційну мережу і природні водоймища. Стічним водам характерний високий вміст завислих частинок і органічний домішок.

Основним направленням захищення водного середовища у виробництві являється перехід виробництв до роботи за системою замкнутого циклу постачання води, при якому підприємство після очищування своїх стічних вод знову застосовує їх у технологічному процесі, а брудні та неочищені стічні води майже ніколи не потрапляють до водоймищ.

В Україні рівень очищування стічної води дуже малий. Очисні комплекси,

що знаходяться на більшості підприємствах, вилучають тільки 10–40% неорганічних речовин: 40% азоту (N), 30% фосфору (P), 20% калію (K) і взагалі не видаляють солі важких металів.

Результати забруднювання водного басейну дуже різні і шкідливі для здоров'я людей. Саме такі поширені забруднюючі речовини, як фторо-, хлоро- і фосфорорганічні, нітрати, нітрити, нітросполуки, пестициди, гербіциди тощо завдають великої шкоди. Отже, удосконалення способів очищування стічних вод консервних підприємств являється перспективною науковою задачею.

Розглянемо вплив стічної води консервної промисловості на навколишнє середовище.

Велику екологічну шкоду має забруднювання поверхневих вод органічними елементами зі стоків консервних виробництв. Речовини, які потрапляють у водоймища, сприяють розвитку в них процесу гниття, заражування хвороботворними бактеріями, цвітіння води, шкідливого впливу фауну та флору.

В останній час забруднювання водоймищ набули катастрофічного характеру. Істинну роль у забруднюванні водного середовища грають підприємства переробної галузі. У зв'язку з цим поверхневі води забруднюються, і тому використання цієї води для промислових, теплоенергетичних, побутових потреб передбачає необхідність у використанні перспективних систем очищення.

На підприємствах консервного виробництва, наприклад, овочепереробні підприємства, після промивання овочів та фруктів частіше буває забруднювання стічних вод, що приводить до збільшення кількості домішок - піску та глини, які нерозчинні у воді. Тверді частинки понижують прозорість води, знижують при цьому розвінення водяних рослин, шкодять розведенню риб та водних тварин, погіршують смакові властивості води, а інколи взагалі вода стає непридатною для використання.

Стічні води підприємств консервного виробництва відносяться до категорії

висококонтрованих стоків води, та мають непостійні за кількістю та якістю показники. Ці стоки є складними полідисперсними системи, в яких знаходяться різноманітні за природою забруднювачі в залежності від типу підприємства: жири, молоко, луска, шерсть, кров, шматки матеріалу, солі, мінеральні, які є нерозчинними, миючі засоби тощо. Дані води мають високі показниками БСК, ХСК, завислих речовин, жирів тощо. Видалення стічної води у водоймища призводить до виснаження запасів кисню, що призводить до гибель гідробіонтів.

Стічні води підприємств консервного виробництва виникають під час миття матеріалу, апаратів, приладів, приміщень і після застосування води і пари в технологічних процесах. Такі стічні води в своєму складі містять агрегативно-стійкі колоїди, до яких входять жири тваринного і рослинного походження, білки, крохмаль, цукор, а також солі, вуглеводи, барвники, загущувачі, консерванти.

До складу стічних вод овочепереробних виробництв належать: розчинні, нерозчинні і колоїдні речовини, які можна видалити з поверхні даної продукції під час їх очищування і промивання; соки і сиропи, які використовуються для перероблення продуктів та коли випадково попадають домішки, залишки від сировини. Ці забруднення складають 12–35% від ваги сировини. Від 20 до 50% залишків приходить в каналізаційну систему разом зі стічною водою.

В обігових і стічних водах речовинами, які забруднюють, на овочепереробних виробництвах по переробці овочів знаходяться частинки ґрунту, шматочки і шкірка плодів, плісняві та гнильні бактерії, а також інші залишки. Під час оброблювання тієї ж самої сировини, стічні води мають можливість суттєво відрізнятись.

Відносно типу сировини, що перероблюється, і від методу перероблення склад стічної води дуже міняться.

Величина, будова і концентрація забруднюючої стічної води виробництв консервної промисловості залежать від різних чинників, а отже: типу продукції, яка отримується, наявності систем обігового водопостачання, технологічних

властивостей, конструкцій устаткування тощо.

В Україні існує понад 2,8 тис. очисного устаткування із самостійним зливанням стічної води у водні об'єкти. Серед цього устаткування є біологічного очищення – 60%, механічного – 35%, фізико-хімічного – 5%. Майже в 300 містах містяться устаткування повного біологічного очищення.

Методики та системи очищення стічних вод консервної промисловості.

Очищення стічної води – це перш за все оброблення стічної води із метою зруйнувати або видалити з них шкідливі речовини, які проводять механічними, хімічними, фізико-хімічними та біологічними способами, при застосуванні їх разом відбувається досягнення високої якості очищення. Використання будь-якого із способів у кожному певному випадку визначається ходом виробничого процесу, а також ступенем шкідливості домішок, та будовою забруднення.

Очищення стічної води може відбуватися за різними методами, що забезпечують різну якість очищення. Усі методи очищення стоків води, які застосовуються в теперішній час, діляться на: механічні, фізико-хімічні, хімічні, біологічні (біохімічні). Для видалення бактеріальних забруднень застосовують знезараження стічної води.

Відповідно від місця викиду (наприклад, рибо-господарські водоймища) застосовують різноманітні системи очищення стічної води.

Механічні системи

Механічне очищення використовують для стічної води, яка містять завислі, плаваючі та грубоемальговані тверді і рідкі нерозчинені забруднювальні речовини.

Механічні системи очищення стічної води, наприклад, відстоювання, фільтрування, гідроциклонування, направлені на видалення лише домішок, які є нерозчинними.

Недоліком цих підходів являється слабе впливання на відхилення

показників ефективності води, що впливають на розчинних забруднювачів, наприклад, корегування рН, зміна сольового вмісту, та знаходження елементів (фільтри), які можуть забиватися і тому потребують відновлювання.

Найкращого ефекту механічного очищення стічної води досягають методом інтенсифікації гравітаційного відстоювання – преаерацією, біокоагуляцією, використовуючи хімічне підсилення систем агрегатоутворення дякуючи застосуванню коагулянтів і флокулянтів, висвітлюванням у підвішеному шарі, наприклад, відстійники-освітлювачі чи в тонкому шарі, наприклад, тонкошарові відстійники, а також за допомогою гідроциклонів.

Біологічні способи

Найчастіше біологічний спосіб передбачає очищення у природних або природних штучних умовах із ціллю пониження показників забруднювання за такими показниками, як: біохімічне використання кисню, азоту, амоніаку, нітритів, нітратів, фосфору. Хід біологічного очищення пов'язаний з деструкцією органічних і синтетичних елементів внаслідок взаємної дії із мікроорганізмами, отже підлягають окисленню мікроорганізмами органічних речовин, які знаходяться у стічній воді у виді суспензій, колоїдів та розчинів. Устаткування біологічного очищення стічної води, діляться на дві групи. До першої групи відноситься устаткування, в якому біологічне очищення відбувається в умовах, які близькі до природних, наприклад, поля зрошування, поля фільтрації та очищувальні біологічні водоймища. У другій групі устаткування очищення відбувається у штучно утворених умовах, наприклад, біологічні фільтри й аеротенки. Щоб досягнути найкращого показника дані способи комбінуються. Сучасні методи очищення води являються багатоступеневими, на кожній ступені використовують послідовно один за одним різні методики очищення води від забруднення. Аеробне очищення, застосовують для консервних підприємств, воно забезпечує великий ступінь очищення стічних вод, та характеризується невеликим, приблизно до 2 000 мг/л значенням ХСК.

Для стічних вод з більшою концентрацією застосовують комбінацію анаеробних систем, наприклад, метанового зброжування із доочищенням аеробними методиками.

Хімічні способи очищення

Хімічні способи очищення використовують при використанні елементів із ціллю нейтралізації стічної води; окислюванням (відновленням) домішок до нетоксичних або малотоксичних елементів; переведенням домішок на нерозчинні елементи.. Частіше хімічний спосіб показує, що до стічних води потрапляють різні хімічні речовини: кислоти, луги, сильні окиснювачі, наприклад, хлор, які реагують із забруднювачами, осаджують їх у виді осадів, які не розчиняються, або окислюють їх. Хімічним очищенням можна досягнути пониження нерозчинних домішок до 95% та розчинних домішок до 25%. До цих способів відносять також і процеси електрохімічного окислювання домішок на аноді і відновлення елементів на катоді, які знаходяться в стічній воді.

В Україні для знезараження стічної води від патогенних мікроорганізмів використовують спосіб оброблювання стічної води хлором, але за кордоном все більше підприємств відмовляються цього способу, і віддають перевагу обробленню озоном, ультразвуком, ультрафіолетом і комбінованим способам.

Фізико-хімічні способи очищення

Фізико-хімічні способи очищення стічної води застосовують для знезараження речовини та видалення органічних часток, які створюють дрібнодисперсні та колоїдні речовини в каналізаційних мережах, застосовуються для відділення тонкодисперсних, розчинених неорганічних і органічних сполук. Вони базуються на фільтруванні, гіперфільтрації, агрегатоутворенні та деструкції, та дає можливість позбутися зайвих іонів і кислот.

Самими найпоширенішими сучасними способами очищення стічних вод, які відносяться до цієї категорії є електрокоагуляція, електроліз, флокуляція, іонообмінний спосіб, коагуляція та сорбція.

Серед фізико-хімічних способів найбільш розповсюджений спосіб очищення стічних вод із застосуванням коагулянтів і флокулянтів. Флокуляція та коагуляція спонукають до виникнення взаємодії хімічних елементів із колоїдними та дрібнодисперсними домішками. Вступаючи у реакцію, у воді з'являються пластівці, які можна видалити механічним способом або фільтруванням. Способи очищування виробничих стічних вод із використанням коагулянтів і флокулянтів дають можливість відділяти до 97–98% колоїдних і високо-дисперсних домішок зі стічної води. на сьогодні цей спосіб є найліпшим і найбільш ефективним.

Напрямки підвищення екологічної безпеки шляхом повторного застосування стічних промислових вод

Вибір методу очищування стічної води виробництва залежить від багатьох факторів: маси стічної води, яка утворюється на виробництві, а також можливості й економічної доцільності видалення залишків із стічної води, вимоги до ефективності очищувальної води з ціллю застосування її в устаткуванні повторного й зворотнього водопостачання.

Замкнута система водопостачання, на консервних виробництвах переробленню овочів та фруктів це є хіміко-технологічний комплекс або цех із виготовлення чистої води всередині виробництва. Це основна складова частина будь-якого безвідходного господарства. Технологічні способи оброблення стічної води у замкнених системах постачання води дуже різні і залежать від багатьох факторів: властивостей стічних вод, можливості виробництва застосовувати очищену стічну воду будь-якого складу, можливості утилізувати концентрати на самому виробництві чи розташованих поруч. До технологічної системи оброблення виробничих стічних вод різного складу належать такі точки: накопичування стічної води; механічного очищення від залишків; реагентної, наприклад, хімічного, фізико-хімічного, електрохімічного, біотехнологічного оброблення стічних вод із знешкодженням токсичних і виведенням у виді

суспензії шкідливих (агресивних) домішок; агрегатоутворення, наприклад, коагуляція, флокуляція – для інтенсифікації ходу виділення суспензії зі стічної води; освітлювання (відстоювання) стічних вод, які у швидкісних (тонкошарових) відстійниках; доочистки (за потреби) освітленої води, яка була оброблена на зернистих фільтрах; знезараження води та зневоджування суспензії, яку видалили із забруднюючих речовин та утилізації осадів, які утворилися.

Можна зробити висновок. Харчова галузь, а саме консервне виробництво, України найбільше споживає і потребує води, яка необхідна для проходження технологічних процесів, отож, є виробником стічних вод. Щороку консервними підприємствами витрачається приблизно 35,83 млн м³ води. Водночас створюється біля 10,57 млн м³ стічної води, які істотно впливають на навколишнє середовище України через скиди погано очищувальних або неочищувальних стічних вод у водоймища.

Стічні води консервних підприємств відносять до групи висококонцентрованих за органічними речовинами. Крім органічних елементів, стоки містять приблизно до 5 000 мг/л тонкодисперсних завислих частинок. Такі стічні води дуже важко піддати очищенню. Це зумовлено полідисперсною будовою забруднення та з поєднанням неорганічних, органічних сполук, які є нерозчинними сполуками, і які можуть створювати стійкі колоїдні та дисперсні системи. Тому стічні води консервних виробництв та переробних підприємств неможна піддати очищенню одним методом без поєднання декількох методів та відповідного устаткування.

Серед існуючих способів очищення стічної води консервного виробництва самим якісним є фізико-хімічний метод із використанням коагулянтів та флокулянтів. Цей спосіб у поєднанні з механічним очищенням утворених агрегатів, наприклад, пластівців, флокул дає можливість забезпечувати високий рівень очищення від домішок, які погано розчинились та зважених речовин, які знаходяться у високих концентраціях.

Багатонадійним способом підвищення рівня екологічної безпеки підприємств консервного виробництва та переробної галузі являється утворення водооборотних замкнутих систем та використання очищеної води повторно у виробництві, наприклад, для промивання овочевої продукції. Тому необхідно використовувати методи очистки стічної води, які можуть забезпечувати високу якість очищення стічної води для повторного застосування.. Мотивація вибору системи очищування стічної води певного виробництва залежить від будови речовин, які її забруднюють, а також від експериментального дослідження якості застосування певного способу очищення, груп та порцій реагуючих компонентів тощо.

2 Об'єкти та методи досліджень

2.1 Методи очищення стічних вод заводів з виробництва консервів

2.1.1 Механічні методи очищення стічних вод заводів з виробництва консервів

На сьогодні наукові дослідження спрямовані на розвиток галузі харчової промисловості, зокрема вдосконалення очисних систем заводів по виробництву консервів. Постійність фізико-хімічних показників, дегустаційне оцінювання, та термін зберігання консервної продукції залежать від складу цих домішок.

Самим надійним і поширеним методом підготування води являється фільтрація. Фільтрація — це повне або часткове виділення із води зважених речовин, пропускаючи її через будь-який пористий матеріал, на поверхні та в порах якого будуть задержуватися пластівці суспензії та частинки залишків.

Зернисті фільтри являються самими широковідомими конструкціями в системах очищення природної та стічної води [11].

Видалення колоїдних включень відбувається за допомогою різноманітних зернистих фільтруючих завантажень: дробленого гравію, кварцового піску, керамзиту, шлаку, антрациту, бурого вугілля, аглопориту та інших.

Матеріал засипки може бути однорідним, наприклад, одношарові очисники або складатись з декількох шарів, різних за своїми властивостями - багатошарові. В одношарових використовують кварцовий пісок, в багатошарових – антрацит, кварцовий пісок та матеріал, який більш легкий за пісок. За правилами дії фільтри є відкритими – безнапірними та закритими – напірними. За швидкістю фільтрування, очищувачі поділяються на повільні ($v = 0,1 \dots 0,5$ м/год), швидкісні ($v = 5 \dots 15$ м/год) і надшвидкісні ($v = 20 \dots 25$ м/год). Видалення забруднених залишків може відбуватися або поверхнею або всією поверхнею фільтрувальних шарів.

Засипка, яка фільтрується являється основним робочим елементом фільтрувального устаткування, тому першочергове значення для їх гарної роботи – це вірний вибір його параметрів [12].

Застосування крупнішого фільтруючого матеріалу, ніж це призначено, сприяє зниженню властивості фільтрату. Застосування більш дрібного фільтруючого матеріалу приводить до зменшення фільтроциклу, велике використання промивної води, а отже приводить до збільшення експлуатаційної вартості очищування води [13].

Згідно до вимог «Технологічного процесу галузі харчової промисловості, зокрема заводів по виробництву консервів» основною стадією підготування води являється неодмінне механічне фільтрування фільтрувальним матеріалом (ФМ), наприклад, гарнетом, кварцовим піском, гідроантрацитом для відділення сторонніх домішок до та після очищення через: подрібнене, або гранульоване активне вугілля (АВ), який є самим доступним сорбційним матеріалом для відділення з води розчинених органічних елементів неприродного та походження природного походження; іоніту в натрієвій формі для зм'якшення води.

Крізь рукавні, керамічні, а також картриджні очисники, які установлюються до піщаних фільтрів, можна проводити освітлювання води. Самий найпоширеніший фільтрувальний матеріал у системах підготовки води на консервних заводах - кварцовий пісок різних фракцій, що модифікується в інтервалі 0,1—6,0 мм. Кварцовий пісок є однорідним, з великою пористістю між зернами, яка спомагає гряземісткості, що є важливим моментом під час очистки води.

Фільтрувальне завантаження, що застосовуються у харчовій промисловості в устаткуванні фільтрації води вимагають довгочасної підготовки, затрат хлоридної кислоти та питної води, а також можуть вести до підвищення твердості,

наявності карбонатів, фосфатів і силікатів у воді, яку підготували, що має поганий вплив на якість готової продукції. Окрім сказаного, інші зернисті матеріали мають вищу технологічну продуктивність.

Вибираючи фільтрувальну засипку перевагу надають матеріалам з розвинутою питомою площею зерен, великою пористістю між зернами, яка забезпечує підвищення гряземісткості засипки і, дає можливість збільшити швидкість фільтрації або збільшити тривалість цього циклу .

Покращення методу фільтрування води, що сприяє інтенсифікації технологічного процесу, витрат реагентів, зменшенню стічної води, а також підвищенню якості харчової промисловості, консервних заводів являється насущним і має велике значення для промислового виробництва харчових продуктів.

В своїй роботі Олійник С.І., Прибильський В.Л., Самченко І.О., Тарасюк Л.А. застосовували: суміш гірського кришталю, раухтопазу і моріону у співвідношенні 1:1:1 (суміш матеріалів, СМ), кварцовий пісок, і обсидіан (контроль) [14].

Гірський кришталю, це природний мінерал, прозорий різновид кварцу, безбарвний, є одним із кристалічних різновидів кремнезему (SiO_2). Ці кристали мають призматичну, трапеціє-тригональноподібну форми, з твердістю за Моосом — 7,0.

Раухтопаз є різновидом кварцу, який забарвлений від димчастого до бурого кольору, має скляний блиск. Кристали раухтопазу прозорі, твердість за Моосом становить - 7,0.

Моріон являє собою чорний або темно-бурий кварц, має скляний блиск, із родини раухтопазу, з твердістю за Моосом — 7,0.

Обсидіан являє собою природний матеріал вулканічного походження, гірська порода, якій притаманні ріжучий злам, іноді смугасте або плямисте забарвлення.

Кварцовий пісок являє собою зернистий матеріал мінерального походження, зерна від жовтого до червоно-бурого та чорного кольору, кристалічною структурою з поверхнею гладкої до шорсткої.

У дослідженнях Олійника С.І., Прибильського В.Л., Самченко І.О., Тарасюка Л.А. використовувалися експериментальні загальноприйняті способи аналізу: математико-статистичні (наприклад, планування і оброблювання результатів експерименту) та моделювання.

Були поставлені, і впроваджені загальноприйняті та спеціальні способи дослідження: фізико-хімічний, органолептичний, спектрофотометричний, капілярно-електрофоретичний способи контролювання якості питної води та підготовленої води. Результати систематизували і за допомогою сучасного програмного забезпечення оброблювали статистичними і математичними методами.

Під час підготовки води встановлено, що фільтрувальні матеріали, які досліджували дають перспективу: зменшують вміст органічних сполук, заліза (Fe), марганцю (Mn) та покращують органолептичні властивості води підготовленої; зменшують затрати води на підготування і регенерацію у порівнянні з кварцовим піском; вміст заліза (Fe), марганцю (Mn) зменшується у 2 рази; перманганатна окиснюваність зменшується на 20%.

2.1.2 Фізико-хімічні методи очищення стічних вод заводів з виробництва консервів

Способи, розглянуті вище для очистки стічної води на підприємствах харчової промисловості, а саме консервного виробництва, застосовують для знезараження рідини та видалення органічних часток, які створюють дрібнодисперсні та колоїдні маси в каналізаційних мережах, застосовуються для видалення тонкодисперсних, а також розчинених органічних та неорганічних

елементів. Вони базуються на фільтрації, деструкції, агрегатоутворенні та гіперфільтрації, які дозволяють усунути небажаних йонів та кислот.

Найпоширенішими являються фізико-хімічні методи очистки стічної води: електрокоагуляція, електроліз, іонообмінний метод, флокуляція, коагуляція, сорбція, екстракція та мембранні методи [15].

Великого поширення отримав метод очистки стічних вод, використовуючи коагулянти і флокулянти. Коагуляція та флокуляція спричиняють взаємозв'язок хімічних елементів із колоїдними та дрібнодисперсними залишками. При проходженні реакції, в наслідок чого у воді з'являються пластівці, які можна видалити механічно або фільтруванням. Коагуляція використовується в практиці очистки стічних вод, щоб прискорити процес осаджування тонкодисперсних включень. Флокуляція являється проходженням агрегації плаваючих частинок, коли в стічну воду додаються високомолекулярні сполуки, які називаються флокулянтами. При флокуляції агрегація проходить і при взаємодії частинок, і при взаємодії молекул адсорбованого на частинках флокулянта. У комбінації з механічним очищенням агрегатів, які утворилися, наприклад, пластівців чи флокул, дозволяє вбезпечити високий ступінь очистки від нерозчинених включень, зважених речовин, які знаходяться у великих концентраціях і властиві для підприємств даної сфери. Методи очистки стічних вод консервних заводів із використанням флокулянтів і коагулянтів дають можливість видаляти до 97–98% високодисперсних і колоїдних домішок із стічних вод, на сьогодні вони є одними з найбільш якісних та ефективних.

Коагуляція являється методом укрупнення дисперсних частинок у наслідок їх взаємної дії та об'єднання в агрегати. Коагуляція сама якісна для видалення з води колоїдно- дисперсних частинок, які мають розмір від 1 до 100 мкм [16].

В результаті очистки стічних вод коагуляція проходить під впливом додавання до них коагулянтів, які в свою чергу у воді створюють пластівці

гідроксидів металів, які під дією сили тяжіння швидко осаджуються.

Серед коагулянтів використовують поліакриламід, бентоніт, електроліти, а також розчинені у воді солі алюмінію $Al_2(SO_4)_3$, солі заліза $FeCl_3$ або їх суміші, що можуть підлягати гідролізу, утворювати пухкі гідрати оксидів металів. Вибирають коагулянт залежно від його будови, фізико-хімічних властивостей і ціни, концентрації включень у воді, рН і сольового складу води.

Адсорбція включень стічної води

Для більш глибокої очистки стічної води від розчинених органічних речовин після біохімічної очистки і також у локальному устаткуванні, коли концентрація даних речовин у воді невелика і вони біологічно не розпадаються або є дуже токсичними використовують адсорбційні способи. Адсорбцію застосовують для очистки стічної води від шкідливих речовин: фенолів, , пестицидів, гербіцидів, ароматичних нітросполук, барвників та ПАР.

Цей метод являється більш ефективним, має можливість очистки стічної води, в якій міститься декілька речовин, а також рекуперації даних речовин. Адсорбційна очистка води може бути регенеративною (з видаленням речовини з адсорбенту та його утилізацією) і деструкційною (видаленні з стічної води речовини підлягають знищенню разом з адсорбентом).

Якість адсорбційної очистки 80–95 % і безпосередньо залежить від адсорбційної поверхні, від хімічної природи адсорбенту, хімічної будови, видалення речовини та її стану у розчині. Від концентрації, температури води, фізико-хімічної природи, типу, властивостей адсорбенту та структури розчинених речовин залежить швидкість процесу адсорбції.

Іонний обмін у розчинах стічної води

Іонообмінна очистка використовується для видалення зі стічної води важких металів, таких як цинк (Zn), мідь (Cu), хром(Cr), нікель (Ni), свинець

(Sb), ртуть (Hg), кадмій (Cd), ванадій (V), марганець (Mg), а також сполук миш'яку (As), фосфору (P), ціаністих сполук і радіоактивних речовин. При знесолення стічної води у ході підготовки води, застосовують іонний обмін.

Іоніти, що здатні забирати з розчинів електролітів позитивно заряджені йони, звуться катіонами, а ті які здатні забирати негативно заряджені йони – аніонами.

Екстракція забруднень стічної води.

Для очистки стічної води, яка у собі містить феноли, органічні кислоти, масла, йони металів використовують рідинну екстракцію.

Зворотній осмос і ультрафільтрування.

Методи фільтрації розчинів через напівпроникні мембрани, які вибірково можуть пропускати розчинник і частково або повністю затримувати молекули розчинених у них речовин, під тиском, який вищий за осмотичний тиск називаються зворотнім осмосом і ультрафільтруванням.

Основним у методі являється явище осмосу – це вимушеного переходження розчинника, тобто води у розчин через напівпроникну мембрану.

2.1.3 Очищення стічних вод адсорбцією, біосорбентами

Сорбцією називається поглинання однієї речовини іншою. Сорбція являється центром фізико-хімічних процесів харчових виробництв. Громіздкі сорбційні процеси зв'язані з формуванням смакових якостей і збільшенням стійкості продуктів під час збереження. Ці процеси проходять коли коптять м'ясні вироби і рибні продукти, а також замішують тісто та випікають хліб, готують напої і консерви [17].

Сорбційні методи дуже різняться за механізмом, наприклад, адсорбція,

абсорбція, хемосорбція, та кожен з них має початок з адсорбції на границі розділу фаз. Адсорбуванням це метод вибіркового поглинання одного чи декількох складових з газової, паро-газової чи рідкої суміші та зосередження їх на поверхні адсорбенту - твердого пористого тіла. У харчовому виробництві явище адсорбції застосовують у ході очистки дифузійного соку і сиропу в цукровому виробництві, сиропів у крохмальному виробництві, освітлення соків у консервному виробництві, очистки та стабілізації вин, очищення спирту і водно-спиртових сумішей у спиртовому та лікєро-горілчаному виробництві, рафінування рослинних олій.

Для насичення безалкогольних напоїв, мінеральних вод, пива вуглекислим газом (CO_2), сульфатації фруктових соків сірчистим газом (SO_2), використовують абсорбцію. Хемосорбцію застосовують, для очищення цукрового соку і сиропи від білкових складових і речовин, які забарвлюють.

Самі розповсюджені адсорбенти - це активоване вугілля, алюмогелі та силікагель. Активоване вугілля використовують у харчовій промисловості для очистки спирту ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) від сивушних масел, цукрового сиропу від речовин, які їх забарвлюють.

В даний час у консервній промисловості освітлення плодкових соків відбувається із використанням желатину, ферментних препаратів, таніну та тощо. Методи освітлення фруктових соків, які існують, не завжди мають можливість забезпечити придатне освітлення і очистку від непотрібних складових. Застосування природних дисперсних мінералів, це глинисті мінерали являється багатообіцяючим напрямків впровадження технології освітлення соків.. У харчовій промисловості використовують адсорбенти: сапоніти, бентоніти, цеоліти, глауконіти. Наприклад, бентоніти використовують для освітлення олій, соків, вин; сапоніти використовують для очистки рідин, видалення радіонуклідів; глауконіти застосовують для очистки та декальцинації сиропів та соків цукрового виробництва; цеоліти (водніалюмініосилікати) використовують

для збільшення концентрації соків та очистки газів компресорно-холодильних приладів; палигорськіт застосовують у технології освітлення яблучного соку.

Отож, адсорбція являється важливим фізико-хімічним ходом, що широко застосовується на практиці. У харчовому промисловості цей метод використовують для відвернення з'явлення непотрібних запахів та присмаків у продукції харчування, у ході очистки при рафінуванні олій, у лікєро-горілчаному та цукровому виробництвах.

Насущним на сьогодні стоїть запитання зберігання водних ресурсів, так як в останній час постійно відбувається забруднення стічними водами, які недоочищені. Самими небезпечними серед забруднювачів являються синтетичні речовини, «ксенобіотики» (чужі життю), також, синтетичні поверхнево-активні речовини (СПАР), що входять до складу синтетичних миючих засобів (детергентів), знаходяться в засобах для миття посуду та пральних порошках, що застосовують у побутовій хімії, на підприємствах харчової промисловості, в галузі побутового обслуговування населення, а також на станціях технічного обслуговування тощо [18].

Зазвичай очистка стічної води відбувається на міських очисних устаткуваннях з застосуванням біологічних методів очистки за присутності «активного мулу», цей метод не надає потрібного і стандартизованого у нас в Україні способу очистки стічної води від таких забруднювачів, як органічні сполуки, до концентрації 3-4 мг/дм³.

Аналізуючи літературні данні та розглядаючи підхід до процесів видалення залишків з води в залежності до їх дисперсно- фазового стану, який запропонував академік Л.А. Кульський, говорять про доцільність використання адсорбційних способів для очистки стічної води від синтетичних поверхнево-активних речовин. У порівнянні з іншими методами очистки, перевагою адсорбційних процесів видалення поліюантів являється застосування сорбентів з великою поглинаючою здатністю, простими способами регенерації і здатністю їх

багаторазового застосування.

В роботі Попович Т. А. досліджувались модельні стічні води, концентрація СПАР яких складала $10 \div 150$ мг/дм³. Стандартним зразком слугував розчин натрій тетрадецилсульфонату ($C_{14}H_{29}O_4NaS$), який використовується у фотометричному визначенні вмісту СПАР у стічній воді.

Замість адсорбентів застосовували шкарлупу із насіння соняшника та гарбуза, а зразком використовували активоване вугілля, що застосовується в адсорбційних методах очистки.

Адсорбенти підлягали висушуванню при кімнатній температурі, а потім подрібнювали на електричному устаткуванні. У процесі дослідження було розраховано порцію адсорбенту, при цьому врахували кількість насипної маси на адсорбційних промислових приладах біля 500 кг/м³ (це середня насипна маса зразків активованого вугілля і природних полімерних матеріалів), яка покриває майже все видалення речовини з розчину, в якому економічно раціональним враховують співвідношення:

$$V_{\text{води}} : V_{\text{адсорбенту}} \geq 50.$$

У процесі дослідження було розраховано залежність процесу адсорбції від часу контакту фаз (10, 20, 30 і 40 хв.). Після проведення адсорбції розчини виділяли від адсорбенту, потім фільтрували і знаходили вміст несорбованої речовини.

Вплив залишкової концентрації СПАР на поверхневий натяг розчинів після адсорбції:— активованим вугіллям;— шкарлупою гарбузового насіння;— шкарлупою соняшникового насіння наведено на рисунку 1.

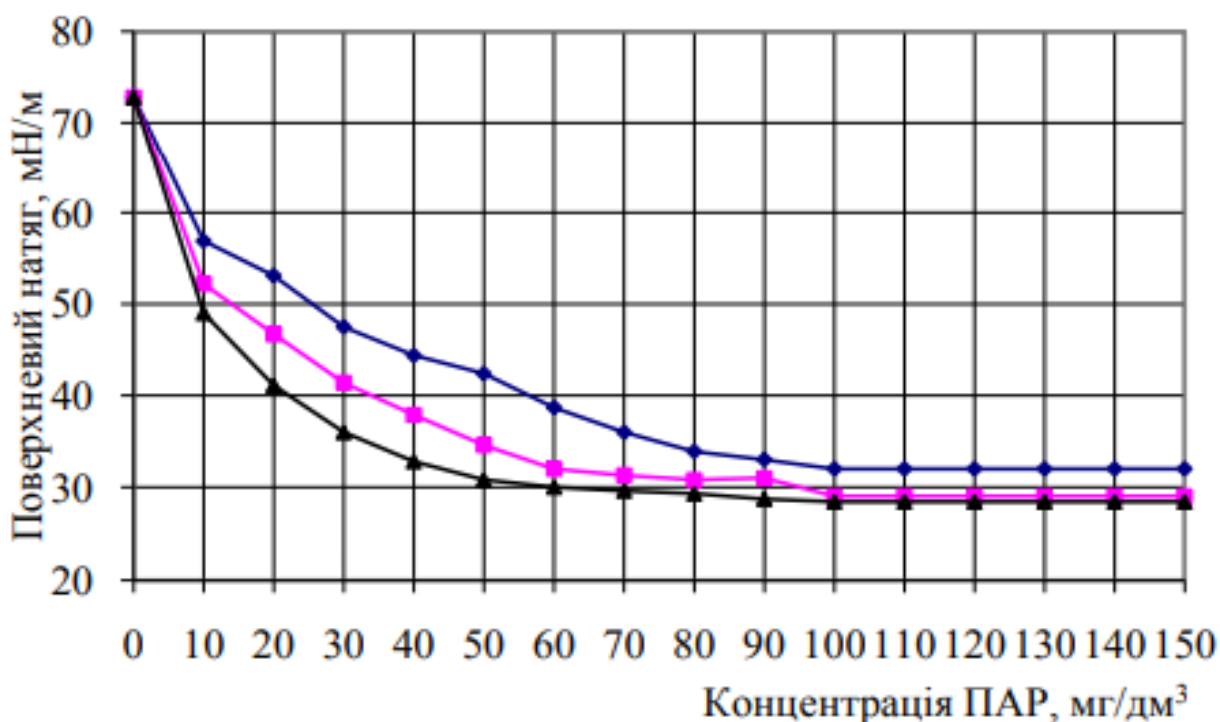
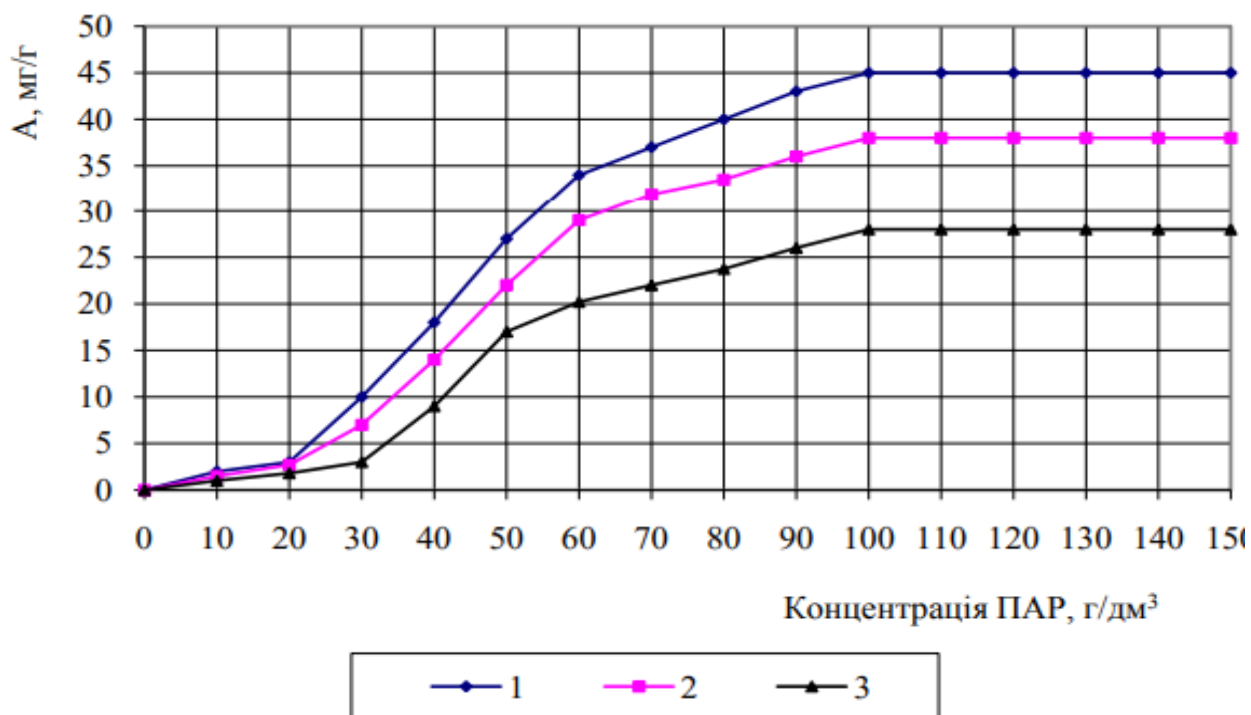


Рисунок 1 - Вплив залишкової концентрації СПАР на поверхневий натяг розчинів після адсорбції:– активованим вугіллям;– шкарлупою гарбузового насіння;– шкарлупою соняшникового насіння

З рисунку 2 бачимо, що початкові відрізки ізотерм адсорбції СПАР ($C=10-30$ мг/дм³) увігнуті по відношенню до осі абсцис, тому їх можна занести до S – типу. Це явище указує на взаємозв'язок між адсорбованими молекулами СПАР, які адсорбувались у поверхневому шарі.

Ізотерми адсорбції на різних адсорбентах наведено на рисунку 2 .



Де: 1- активоване вугілля; 2- шкарлупа гарбузового насіння; 3- шкарлупа соняшникового насіння.

Рисунок 2 - Ізотерми адсорбції на різних адсорбентах:

Константи рівняння Фрейндліха β та $1/n$ корелюються з показами ізотерм адсорбції і стверджують експериментальні дані максимальної адсорбційної ємності активованого вугілля та мінімальної ємності для шкарлупи соняшникового насіння.

Константи рівняння Фрейндліха наведені в таблиці 4.

Таблиця 4 - Константи рівняння Фрейндліха

№ п/п	Адсорбент	Константи рівняння Фрейндліха	
		β	$1/n$
1	Активоване вугілля	-0,05	0,384
2	Шкарлупа гарбузового насіння	-0,19	0,325
3	Шкарлупа соняшникового насіння	-0,35	0,180

За допомогою застосування рівняння Фрейндліха була з'ясована адсорбційна активність вибраних адсорбентів і доказано, що самим найкращим сорбентом рослинного походження являється шкарлупа гарбузового насіння, яка, може адсорбувати на своїй поверхні молекули СПАР, та очищати воду від забруднюючих речовин на 35 %. В роботі Поповича Т. А. показано, хоча даний показник у 2 рази менший за активоване вугілля, пріоритети рослинного адсорбенту, який досліджували, обумовлювались відсутністю затрат на його регенерацію, яка знижує потрапляння у навколишнє середовище викидів агропромислового комплексу. Спрацьований адсорбент можна рекомендувати, як наповнювач при зробленні матеріалів для теплоізоляції та бетонів у виробництві.

Очистка стічної води біосорбентами

Біосорбція являється далекосяжною технологією виділення різноманітних забруднюючих речовин з промислової стічної води, що лежить у застосуванні побічної рослинної сировини, наприклад, викидів агропромислового комплексу та для виконання питань забруднення навколишньої атмосфери і водоймищ [19].

Ціллю роботи, Галиш В.В, Трус І.М., Радовенчика В.М, Гомелі М.Д являлось оцінення потенціалу шкаралупи горіхів, які використовували як біосорбент, досліджували вплив лужного модифікування шкаралупи на їх властивості і досліджували використання відпрацьованих біосорбентів, як домішок до складу цементу.

Було знайдено впливання фракційного складу первинного матеріалу на його сорбційну можливість, а також вплив способу модифікування шкаралупи горіхів лужним розчином на властивості біосорбентів, які були одержані. Кінцевий вихід продукції знаходили гравіметричним способом, як відношення кількості продукції до маси первинної матеріалу.

Для покращення сорбційних властивостей первинної сировини поруч із подрібненням можна використати хімічне модифікування. В дослідженні був застосований метод лужного модифікування, який включає часткове знищення ароматичної складової матеріалу, низькомолекулярних полісахаридів, а також видалення екстрактивних елементів різноманітної природи, що може привести до одержання пористої структури.

Максимальна якість сорбції метиленового синього (80%) належить біосорбенту, який отримали з шкаралупи горіхів, (фракційний склад 0,5-1,0 мм) модифікуванням 5% розчином луку (NaOH) на протязі 180 хв, температура 100°C. Лужне оброблення призводить до покращення адсорбційної здатності біосорбенту до катіонного барвника у порівнянні з початковим матеріалом.

Досліджуючи кінетику бачимо, що у перші 30 хв контакту максимальна швидкість поглинання метиленового синього.

Питання дальнішого застосування сорбційних матеріалів, які відпрацьовані, являється не менше важливою, ніж якість сорбентів при утворенні ефективної інтегрованої технології очистки води.

Спрацьований біосорбент застосовували як доповнювач до складу цементу типу I/500. Використання рослинної сировини у кількості 5% не приводить до істотного погіршення фізико-механічних властивостей цементу. Це перспективний підхід в утилізації спрацьованих сорбентів. В дальніших роботах планується проводити інші варіанти дослідження.

2.1.4 Біологічне очищення стічних вод

Біохімічні способи використовують для очистки промислової та господарсько-побутової стічної води від розчинених органічних та неорганічних, наприклад, сірководню, сульфідів, аміаку, нітритів елементів. Спосіб очистки заснований на можливості мікроорганізмів застосовувати ці

речовини для споживання у ході життєдіяльності, так, як органічні речовини для мікроорганізмів являються джерелом вуглецю. Реагуючи з органічними речовинами, мікроорганізми частинно можуть руйнувати їх, та перетворювати на воду (H_2O), двоокис вуглецю (CO_2), нітрит-йони (NO_2^-), сульфат-йони (SO_4^{2-}) тощо. Друга частина речовини прямує до створення біомаси. Руйнування органічних речовин - це біохімічне окиснення. Стічну воду, яка надаються на біохімічне очищення характеризують величини БСК і ХСК [20].

БСК – це біохімічне споживання кисню, якого було затрачено, при біохімічних методах окиснення органічних речовин (не враховуючи ходу нітрифікації) за конкретний проміжок часу: 2, 5, 8, 10, 20 діб, у мг O_2 на 1 мг речовини. Розглянемо приклад БСК₅ – біохімічне використання кисню за 5 діб, БСК_{пов} – повне БСК до початку ходу нітрифікації.

ХСК – хімічне використання кисню, це кількість кисню, яка еквівалентна масі використаного окиснювача, який необхідний для окиснення відновників, які знаходяться у воді. ХСК позначаються у мг O_2 на 1 мг речовини.

Біохімічну поведінку, яка пов'язана з руйнуванням органічного забруднення стічної води називають біохімічною активністю мікроорганізмів.

Перспективи біохімічного окиснення (біодеградація стічної води) характеризується біохімічною властивістю (показником), а саме відношенням БСК_{пов}/ХСК. Його покази коливаються у межах для різних видів стічної води: виробнича стічна вода має низький біохімічний показник - 0,05–0,3, побутові стічні води – понад 0,5.

Біохімічному окисненню речовини підлягають при відношенні $(БСК/ХСК) \cdot 100\% = 50\%$. Біохімічний показник, це показник, який необхідний для знаходження і використання промислового устаткування для очищення стічних вод.

Аеробний спосіб

Способи біохімічної очистки стічних вод діляться на анаеробні та аеробні.

Аеробний метод біохімічної очистки стічних вод заснований на застосуванні аеробних груп організмів, для життєвої діяльності яких потрібно постійно надавати кисень, температура 20–40°C. Відповідно до аеробної очистки мікроорганізми розміщуються в активному мулі або біоплівці.

Анаеробні способи біохімічної очистки стічних вод проходять без подачі кисню, їх застосовують, за звичай, для знешкодження залишків - осадів.

Активний мул містить твердий субстрат та живі організми. Усі живі організми, такі як найпростіші черв'яки, скупчення бактерій, дріжджі, плісняві гриби, водорості та актиноміцети, які знаходяться у мулі, називаються біоценозом. Активний мул - це амфотерна колоїдна система, яка має рН = 4–9 і негативний заряд йону. Суха речовина активного мулу складає 30–10% неорганічних речовин та 70–90% органічних речовин.

Тверда відмерла частина водоростей та різних твердих викидів, до якої будуть приєднуватись організми активного мулу називається субстрат. Субстрат містить до 40% від активного мулу.

Мікроорганізми різних видів містяться в активному мулі. В свою чергу, мікроорганізми діляться на аеробів та анаеробів, відносно того, як використовується кисень, термофілів і мезофілів, відносно температурного режиму, галофілів і галлофобів, відносно УФ-випромінювання. Якість мулу знаходять за швидкістю його осаджування і ступенем очистки розчину.

На поверхні наповнювача біофільтра росте біоплівка. Вона має вид слизових обростань, товщин складає 1–3 мм і більше. Біоплівка містить бактерії, гриби, дріжджі та інші організми. Кількість мікроорганізмів у

біоплівці менше, ніж в активному мулі кількість мікроорганізмів більша, ніж у біоплівці.

Головну роль у ході очистки стічної води грають способи перетворення елементів, які відбуваються всередині клітин мікроорганізмів. Ці ходи стихають окисненням речовини, при цьому виділяється енергія та синтезом нових речовин із втратою енергії. Способи біохімічної очистки виконуються у спеціальних приборах аеротенках, які наведені на рисунку 3.

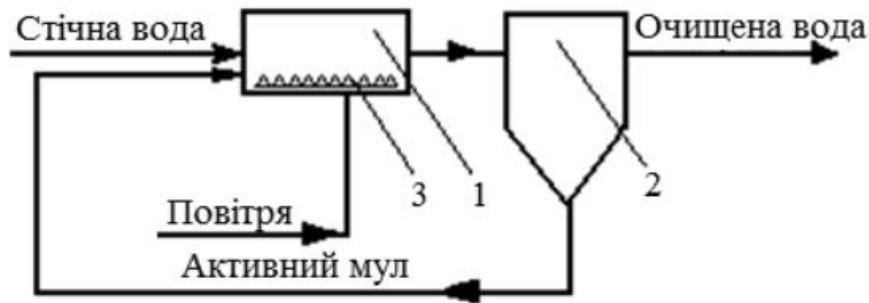


Рисунок 3 – Система очищення стічних вод у аеротенках

Де: 1- аеротенк; 2 – вторинний відстійник; 3 – система аерації

Швидкість біохімічних реакцій визначають за активністю ферментів, що залежить від температури, рН та наявності у стічних водах різноманітних елементів.

Ферменти, які являють собою складні білкові сполуки, будуть виконувати роль каталізаторів, які прискорюють процес.

Щоб відбулося окиснення органічних речовин мікроорганізмами потрібен кисень, але застосувати його вони можуть тільки в воді у розчиненому виді. Для того, щоб насичити стічну воду киснем, проводять процес аерації, розбивають повітряний потік на бульбашки та ритмічно розміщують їх у стічній воді.

Величина абсорбованого кисню можна збільшити за рахунок

збільшення рушійної сили або коефіцієнту масовіддачі. На швидкість біохімічного окислювання має вплив турбулізація стічної води на очищувальному устаткуванні. Турбулізацію потоку досягають інтенсивним змішуванням, де активний мул перебуває у зваженому стані і забезпечує ритмічне розподілення його у стічній воді.

Анаеробний спосіб

Для бродіння осадів, які створюються внаслідок біохімічної очистки виробничої стічної води, а отже і як першу ступінь очистки сильно концентрованої промислової стічної води ($BPK_{пов} \approx 4-5$ г/л), в якій містяться органічні речовини, які можуть руйнуватися анаеробними бактеріями у ході зброджування застосовують анаеробні способи. Устаткування для бродіння осаду називаються метантенки та наведено на рисунку 4

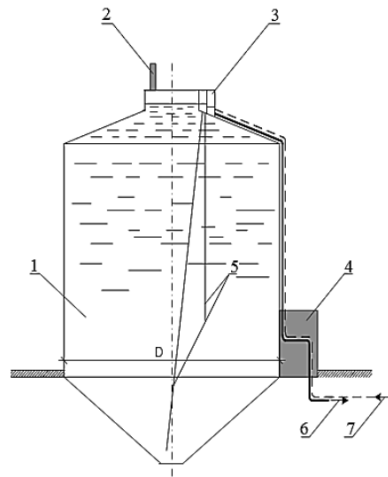


Рисунок 4 – Схема метантенка

Де: 1 – резервуар метантенка; 2 – газовий ковпак; 3 – камера вивантаження осаду; 4 – інжекторна; 5 – трубопроводи вивантаження осаду; 6 – випускання збродженого осаду; 7 – трубопровід завантаження осаду

Відповідно від останнього продукту існують такі групи бродіння: молочнокисле, спиртове, пропіоновокисле тощо. Підсумковими продуктами

збродження є: кислоти, спирти, гази бродиння (CO_2 , H_2 , CH_4), ацетон.

Для очистки стічної води застосовують метанове збродження. Цей процес складний і багатостадійний.

Повного бродиння органічних речовин у метантенках досягнути не можна. Ступінь руйнування органічних речовин становить приблизно 40%.

Обробка осадів стічної води

У ході біохімічної очистки у вихідних та побічних відстійниках створюються великі кількості залишків, які потрібно утилізувати або обробити. Залишки, мають різноманітний склад і велику вологість. Їх поділяють на 3 види: осади мінеральної будови; осади більшості органічної будови; змішані осади.

Для осадів характерною ознакою є вміст сухої речовини (г/л або у %), вміст беззольної речовини (у % від маси сухої речовини), елементна будова, уявна в'язкість і плинність, гранулометричний склад. Залишки стічної води – це суспензії, які важко фільтруються.

Обробка осаду активного мулу містить: ущільнювання залишку включає флотаційний, гравітаційний, вібраційний і відцентровий способи; стабілізацію осадів в анаеробних та аеробних умовах; кондиціонування осадів безреагентними та реагентними методами; теплову обробку; рідкофазове окиснення органічної частини залишку киснем повітря; видалення води з осадів на мулових майданчиках механічним методом; спалювання осадів, висушування осадів.

Будова і об'єм стічної води, яка виникає на плодо-овочевих консервних виробництвах змінюються в занадто широких межах. Показники забруднення і втрати стічної води мають залежність як від потужності виробництва, так і від виду матеріалу, який потрапляє на переробку [21].

Основними джерелами виникнення забруднених вод являються технологічні ходи : промивання і сортування матеріалу, обробка і термічне

оброблення (бланшування), приготування розсолів, маринадів, стерилізація, миття устаткування.

Забруднювання стічної води консервними підприємствами подані колоїдними і дисперсними речовинами. В деяких випадках у стічну воду поступає від 12 до 35% маси матеріалу. Також там можуть знаходитися рослинні і тваринні жири.

Консервні підприємства видаляють стічну воду по різному на протязі року. Максимальні витрати води припадає на літній та осінній періоди року, коли проходить масове перероблення сировини. Для всієї стічної води плодо-овочевої консервної промисловості є характерна риса - загнивання, закиснення, яке виникає в наслідок присутності вуглеводів, особливо цукру, що заважає їх очистці.

Для очистки стічної води плодо-овочевих консервних підприємств є застосування аеробної ферментації. Біохімічний метод дає можливість понизити концентрацію забруднювань на 65 - 95% та привести воду до стану технічної води, яка буде придатною до вторинного примінення у технічному постачанні води, для зрошування полів в сільському господарстві при скиданні у відкриті водоймища без ризику забруднень

При проведенні досліджень Н.І Номерчук, Н.С Бублієнко, О.П Семеновою було застосовано лабораторне устаткування - аеротенк. Лабораторний прилад складається з ємності місткістю 2 дм³, в якій проводять очистку стічної води, та аератора, який подає повітря, та забезпечує перемішування організмів активного мулу і забруднюваної стічної води, з ціллю покращити хід очистки.

При проходженні досліджень було розраховані наступні покази забруднювання стічної води: кількість кисню, який розчинився, ХСК, кількість амонійного азоту, завислі речовини, нітрати, фосфати, нітроти.

Зміна показників азотовмісних сполук при очистці стічних вод наведено на рисунку 5.

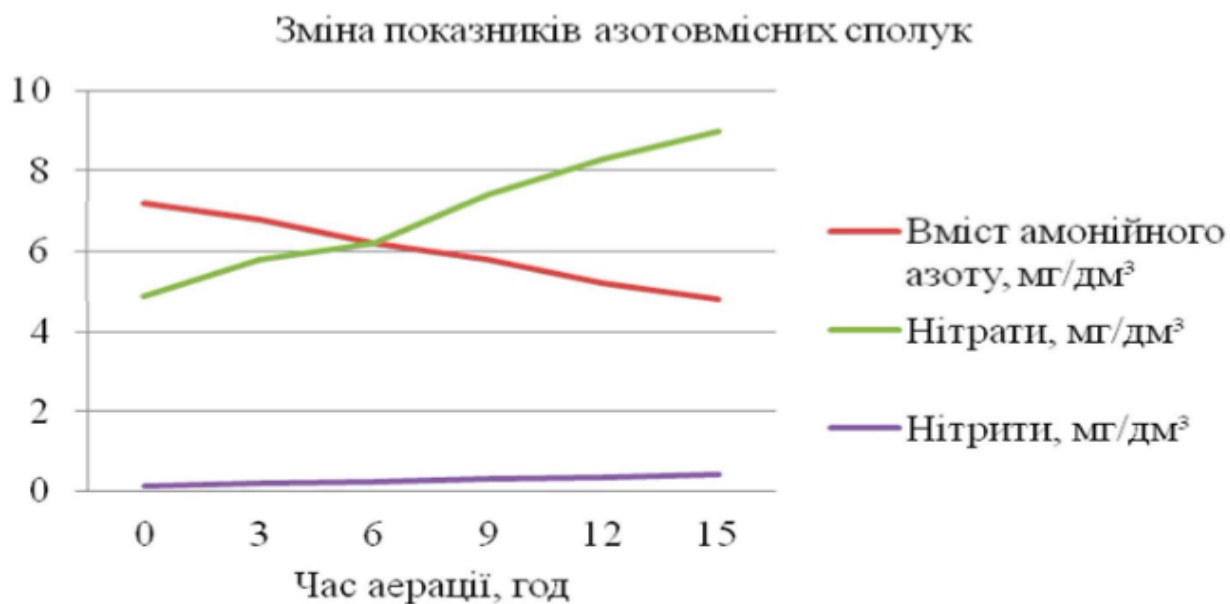


Рисунок 5 - Зміна показників азотовмісних сполук при очистці стічних вод плодово-овочевих консервних підприємств

Після 15-годинної очистки стічних вод в аеротенку здобуто пониження значення ХСК на 75 %, процес супроводжувався підвищенням кількості кисню, який розчинився. В наслідок аеробних біохімічних процесів сталося пониження кількості амонійних сполук, котрі окиснились до нітратів та нітритів при цьому очистка вміст завислих речовин зменшився на 66 %.

У праці Н. Номерчук, Н. Бублієнко, О. Семеновою доведено доцільність застосування аеробної ферментації для очищення стічної води плодово-овочевих консервних підприємств, а також можливість скидання стічної води у міську каналізаційну мережу.

Відвертання забруднення поверхневих водоймищ в великій мірі залежить від гарного і якісного очищення стічної води. Вірним, і в той же час багатообіцяючим для видалення забруднення з побутових і промислових стічних вод являється спосіб біологічного очищення [22].

Біологічне очищення стічної води засноване на фізіологічній можливості мікроорганізмів застосовувати в наявності поживного і енергетичного субстрату

широкий вибір органічних елементів, а також неокислені мінеральні сполуки, такі як спирти, жири, вуглеводні, органічні кислоти, ароматичні речовини, вуглеводи, нітрити, аміак тощо. В ході біологічного очищення виникає складний біоценоз активного мулу, який містить у собі скупчення бактерій, грибів, водоростей тощо. Основні у цьому процесі - мікроорганізми. Мікробні клітини виконують деструкцію органічних молекул і одержують необхідну для життєдіяльності енергію. Кількісний склад та якість мікроорганізмів безпосередньо залежать від характеристики стічної води.

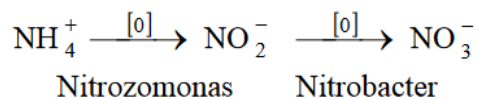
Характеристика стічної води, яка потрапляє на очищувальні споруди наведено в таблиці 5.

Таблиця 5 - Характеристика стічної води, яка потрапляє на очищувальні споруди

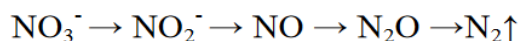
Показник, одиниці вимірювання	Значення
ХСК, мгО ₂ /мд ³	235,4
БСК, мгО ₂ /мд ³	153
Співвідношення БСК ₅ /N _{заг}	3
Азот, мг/дм ³	51,4
N-NH ₄ ⁻ , мг/дм ³	45,9
N-NO ₂ ⁻ , мг/дм ³	1
N-NO ₃ ⁻ , мг/дм ³	5,5
Фосфати (PO ₄) ²⁻ , мгР/дм ³	15
Співвідношення БСК ₅ /Р,	10,2
Зависла речовина, мг/дм ³	160

Очищування стічної води від азотовмісних елементів здійснюють за допомогою способу мікробіологічної нітри-денітрифікації. Біологічну нітрифікацію проводять бактерії-автотофи, яким необхідний вуглець (С) неорганічної форми (карбонати, вуглекислота, бікарбонати). Нітрифікатори для окиснення субстрату застосовують аеробний образ дихання, де зовнішнім акцептором електронів при цьому являється кисень. На першій стадії нітрифікації – окиснення NH₄⁺ до NO₂⁻ проводять бактерії, які належать до

групи *Nitrosomonas*, на другій стадії - окиснення NO_2^- до NO_3^- проводять бактерії, які належать до групи *Nitrobacter*:



Хід мікробіологічної денітрифікації (дисімільаційної нітратредукції), що застосовується в очищенні стічної води лежить у відновлюванні сапрофітними мікроорганізмами азоту нітратів до молекулярного азоту за допомогою ферментів нітратредуктаз. Це дуже складний багатоступінчастий хід, який проходить за такою схемою:



Денітрифікуючі бактерії активного мулу подані групами *Pseudomonas* sp., *Acrobacterium* sp., *Micrococcus* sp. тощо. Бактерії-денітрифікатори являються гетеротрофами, джерелом вуглецю (C) для яких слугують готові органічні елементи. За видом біологічного окиснення вони являють собою групу анаеробів. А саме, вони мають можливість існувати як в анаеробних, так і в аеробних умовах. При відсутності у воді розчиненого кисню вони можуть застосовувати для дихання кисень, який знаходиться в нітратах та нітритах.

Самим головним регулюючим елементом, який вказує на напрявлення трансформації азотних складових, являється концентрація розчиненого кисню. Утворення анаеробних та аеробних, аноксидних угод, чергування зон денітрифікації а нітрифікації дає змогу вести управління технологічним ходом та можливість досягнути видалення речовин, які забруднюються.

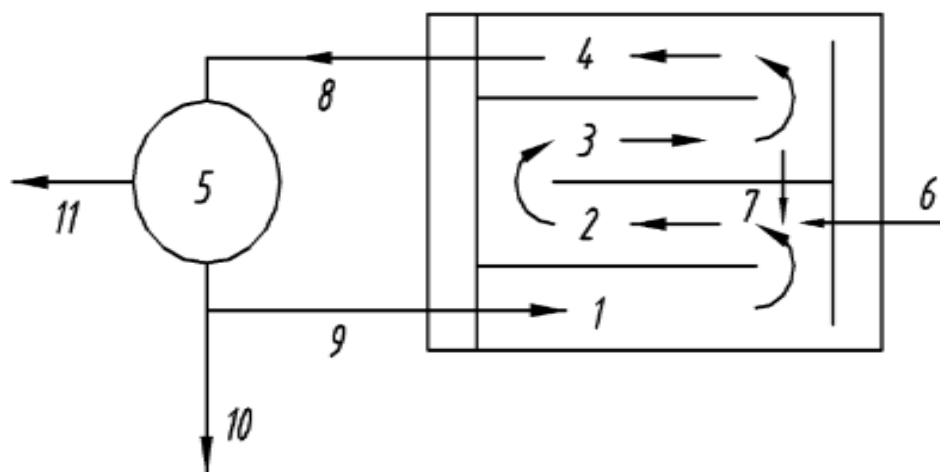
Беручи до уваги будову побутових стічних вод, які поступають в аеротенки, головними біохімічними методами очищення являються аеробне гетеротрофне окиснення (конверсія) органічних елементів, нітрифікація азоту амонійного з послідуною денітрифікацією нітратів.

Так як основними біохімічними процесами очистки є нітрифікація азоту амонійного з подальшою денітрифікацією нітратів, аеробне гетеротрофне

окиснення (конверсія) органічних речовин, здійснюється керування біологічним очищенням, формулювання параметрів технологічного режиму та функціонуючих зон. Переходи в аеротенках являють собою наступні функціонуючі відділення: перехід I - регенератор, перехід II - відділення аеробного окиснення органічних речовин та амонійного азоту, перехід III – аноксидне відділення денітрифікації і перехід IV - аеробна відділення доочищення залишкових забруднень.

Перший перехід аеротенків здійснює функцію регенератора (рисунок 6), в який попадає зворотній мул. Регенератор слугує для зростання фізіологічної активності бактерій, яка обумовлена аерацією.

Схема біологічного очищення стічних вод з рециркуляцією нітратного стоку наведено на рисунку 6.



Де: 1,2,3,4 – переходи аеротенка; 5 – відстійник; 6 – забруднені стічні води, 7 – рециркуляція нітратного стоку; 8 – стічні води, що очищені; - зворотній активний мул; 9 – надлишковий активний мул; 11 – очищені і освітлені стічні води

Рисунок 6 - Схема біологічного очищення з рециркуляцією нітратного стоку стічних вод.

У другому переході насамперед виникає аеробна конверсія (окиснення) більшої кількості органічних речовин, а потім учиняється процес нітрифікації. Появлення в аеротенках нітритів (NO_2^-) і нітратів (NO_3^-) вказує на те, що визначальна частина органічних речовин піддалася деструкції (розпаду). Наявність біогенних елементів фосфору (P) і азоту (N), які необхідні для життєдіяльності мікроорганізмів, є достатнім, і перевищує необхідне вагове співвідношення $100\text{БСК}_{\text{повн}} : 5\text{N} : 1\text{P}$. Перший та другий переходи є відділеннями аеробіозу, де підтримується концентрація розчиненого кисню $2 - 2,5 \text{ мг/дм}^3$ (таблиця 6).

В третьому переході виникає денітрифікація нітратів. Мікроорганізми використовують нітрати для окиснення органічних речовин в якості заключного акцептора електронів. Кількість органічної субстанції для денітрифікації відповідає співвідношенню $4-6\text{БСК}_{\text{повн}} : \text{N-NO}_3^-$. В другому переході здійснюється змішаний хід нітри-денітрифікації. В наслідок цього видалення загального азоту зросло з 47% до 76,7% , а маса азоту нітратів зменшилася на виході – з 24,4 до 9,11 мг/дм^3 .

В четвертому переході здійснюється доочистка залишкової кількості забруднень в аеробних умовах.

Характеристика забруднених та очищених стічних вод за головними забруднюючими показниками наведено в таблиці 6.

Таблиця 6 - Характеристика забруднених та очищених стічних вод за головними забруднюючими компонентами

Вхід, мг/дм^3			Вихід, мг/дм^3			Ступінь очистки, %		
ХСК	N- NH_4^+	N- NO_3^-	ХСК	N- NH_4^+	N- NO_3^-	ХСК	N- NH_4^+	N- NO_3^-
235,4	45,9	5,5	До впровадження заходу					
			28,7	2,9	24,4	87,8	93,4	47
			Після впровадження заходу					
			24,5	2,8	9,1	90,1	94,4	76,8

Розглянуто насущні проблеми біологічного чищення побутової та промислової стічної води в Україні. Надано технологічний метод з рециркуляції стоків води, які піддаються очищенню, який дає можливість збільшити ефективність видалення біогенних компонентів, в першу чергу азотних, способом мікробіологічної нітри-денітрифікації.

2.2 Інноваційні методи очищення стічних вод заводів з виробництва консервів

2.2.1 Мембранне очищення стічних вод заводів з виробництва консервів

Для проведення технологічних методів перероблення матеріалу на готову продукцію, а також забезпечення потрібних санітарних угод на виробництві та підтримання циклів роботи теплообмінного та паросилового устаткування на консервних підприємствах застосовується велика кількість питної води. Будова втрат води на таких підприємствах, у залежності від вигляду продукту і потужності технологічної лінії така: миття матеріалу, тари, устаткування складає 45...50%; застосування води для харчових продуктів, наприклад, маринади, заливки, сиропи, тощо складають від 25 до 40%; на забезпечення роботи технологічного устаткування приходить від 15 до 25%; на забезпечення санітарних вимог підприємства припадає від 3 до 5%; інші втрати складають від 2 до 3% [23].

Велика кількість води, яку використовують в технологічному методі, відразу переходять на стічну воду, яка разом із іншими видами стічної води – це ливневі та господарсько-побутові, прямують, в загальну каналізаційну мережу і потрапляють на очищувальне обладнання.

Розрахувавши показники ефективності споживання води при виробництві різних груп консервованої продукції вияснили, що вони являються малими та

лежать у інтервалі від 16 до 38 % у залежності від типу продуктів, які виготовляють. Отже, потрібно звернути увагу на застосування водних ресурсів на консервних заводах.

Багатообіцяючим напрямком являється більш широке використання на підприємствах локальних методів очистки стічної води. Це дає можливість підвищити частину оборотно затраченої води не тільки для роботи теплообмінного устаткування і санітарних угод на підприємстві, але і для технологічної потреби. Для консервних підприємств раціональним є застосування мембранних технологій для очистки стічної води, яка створюється при уварюванні пюре та концентруванні соків у вакуум–випарювальних приладах у наслідку конденсації сокової пари в барометричних конденсаторах. Характерні втрати води в барометричних конденсаторах знаходяться в межах від 20 до 200 кг на 1 кг готового продукту і являються найвищими серед подібних втрат іншого устаткування консервних виробництв, наприклад, стерилізаторах – від 1 до 5 кг/кг; в охолоджувачах – від 2 до 8 кг/кг; машинах для миття – від 0,5 до 3,5 кг/кг; сортувальних транспортерах з ополіскуванням – від 0,1 до 1 кг/кг; бланшувачах – від 2,5 до 4,5 кг/кг; пастеризаторах – охолоджувачах – від 2 до 2,5 кг/кг).

Згідно з роботою О. О. Коваленко, А. Т. Безусова, Т. П. Патік, Д. В. Мочернюка, обрали мембрану технологію зворотного осмосу для очистки стічної води від барометричних конденсаторів, так як інші методи очистки, наприклад, хімічні на біофільтрах за допомогою активного мулу, у цьому прикладі малоефективні. Використання мембранних технологій дає можливість одержувати крім питної води для технологічної потреби, ще і концентрати біологічно-активних речовин харчових матеріалів.

Було досліджено впливання технологічних показників ходу розподілу на робочі характеристики мембранного апарату.

Згідно праці О. О. Коваленка, А. Т. Безусова, Т. П. Патік, Д. В. Мочернюка було вибрано зворотньоосмотичну мембрану рулонного вигляду. Цій мембрані належать найліпші техніко- економічні показники, відносно других видів мембран. Це: велика площа фільтрації, використовує малу виробничу площу, низька ціна, та устаткування з такою мембранною деталлю має низький рівень споживання енергії в ході розподілу.

Технічні характеристики застосованого в устаткуванні мембранного елемента представлено в таблиці 7.

Таблиця 7 - Характеристики мембранного елемента

Характеристика	Значення
1	2
Марка мембрани	TW30-1812-50
Матеріал мембрани	Композитний поліамід тонких плівок
Площа фільтраційної поверхні мембрани, м ²	1,2
Діаметр вхідного каналу мембрани, м	0,017
Довжина вхідного каналу мембрани, м	0,030
Діаметр рулонного елемента, вхідного каналу мембрани, м	0,0445
Довжина рулонного елемента, вхідного каналу мембрани, м	0,239
Діапазон зміни параметрів експлуатації мембрани: -тиск вихідного розчину (р, МПа); -температура вихідного розчину (t, °С); -рН вихідного розчину	до 1,0; до 45; 2-11
Допустимий вміст вільного хлору у вихідному розчині, мг/л	до 0,1

Показники якості конденсату сокової пари (при t = 20 °С) наведено в таблиці 8.

Таблиця 8 - Показники якості конденсату сокової пари (при $t = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$)

№ п/п	Показник, одиниця вимірювання	Значення показника для конденсату сокової пари від виробництва концентрованого соку		
		яблучного	томатного	виноградного
1	Кольоровість, град	20	0	15
2	Запах 20/60°C, бали	1	2	2
3	Водневий показник, од.рН	4,23	4,24	3,73
4	Азот аммонійний, мг/дм ³	0,0075	0,0036	0,0065
5	Жорстність загальна, мг-екв/мд ³	1,9	відсутнє	
6	Залізо загальне, мг/дм ³		відсутнє	1,5
7	Сухі речовини (за рефрактометром), %	5	1,5	3
8	Титрована кислотність, %	0,0058	0,0059	0,0117
9	Леткі кислоти, %	0,0416	0,00169	0,0197

Враховуючи результати досліджень (таблиця 9: Показники якості конденсату сокової пари (при $t = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$)) готувались модельні розчини. Для цього (за допомогою зворотньоосмотичної мембрани) водопровідну воду, яка піддавалась очищенню за допомогою зворотньоосмотичної мембрани, добавляли розчинні у воді речовини, наприклад, NaCl, CaSO₄, NH₄C₂H₃O, NaHCO₃, Fe(NH₄)(SO₄)₂·12H₂O тощо у певній кількості. Показники якості одного з таких модельних розчинів наведено в таблиці 9.

Таблиця 9 - Показники якості модельного розчину

№ п/п	Показник, одиниця вимірювання	Значення показника	№ п/п	Показник, одиниця вимірювання	Значення показника
1	2	3	4	5	6
1	Кольоровість, градуси	5,63	6	Азот аммонійний, мг/дм ³	0,49
2	Каламутність, мг/дм ³	0,5	7	Хлориди, мг/дм ³	30,0
3	Водневий показник, од.рН	6,41	8	Залізо загальне, мг/дм ³	0,05

Кінець таблиці 9

1	2	3	4	5	6
4	Жорсткість загальна, в.т.ч. Ca^{2+} , мг-екв/дм ³	2,81 1,12	9	Сухий залишок, мг/дм ³	218,0
5	Лужність загальна, мг-екв/дм ³ HCO_3^- , мг-екв/дм ³	0,5 0,14	11	Сухі речовини (за ефрактометром),%	0,62

Аналізуючи отримані залежності можна розкрити наступні закономірності проходження даного процесу: найкраще проходження мембранної очистки барометричних стічних вод здійснюється у перші від 15 до 30 хвилин використання мембрани. Далі ефективність відділення речовин, які забруднюють, зменшується, після від 60 до 90 хвилин концентрації розчинних елементів в концентраті мало змінюються і прямують до значень їх концентрації у кінцевому розчині. Зміна концентрації хлоридів (Cl) (а) та кальцію (Ca) (б) у пермеаті та концентраті ($p=800$ кПа, $t=35$ °C) показана на рисунку 7.

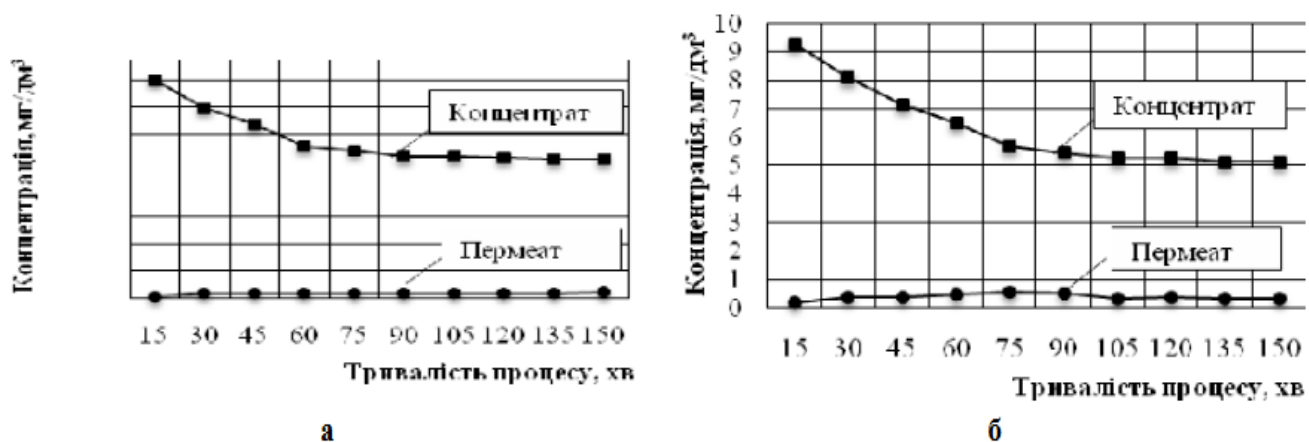


Рисунок 7 - Зміна концентрації хлоридів (Cl) (а) та кальцію (Ca) (б) у пермеаті та концентраті ($p=800$ кПа, $t=35$ °C)

На ефективність видалення із стічної води речовин, які забруднюють впливає природа цих речовин, конверсія мембранного устаткування та умови його використання. Поліпшення таких показників проходить при підвищенні

тиску та температури розчину, який потрібно розділити. Залежність продуктивності мембрани від тиску (а) і температури (б) наведено на рисунку 8. Значення показника конверсії в межах від 20 до 35% вказують на необхідність виконання рециклу концентрату в пристрої. Залежність конверсії мембрани від тиску (а) і температури (б) наведено на рисунку 9.

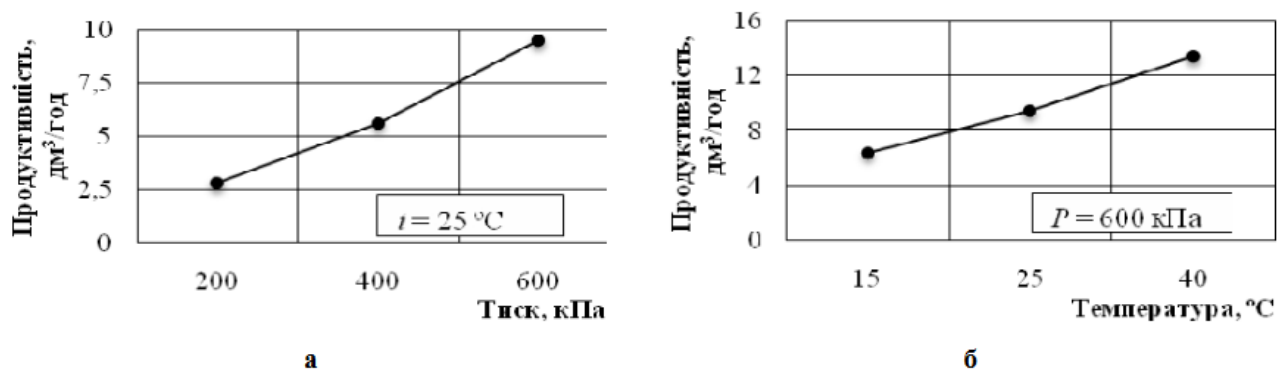


Рисунок 8 - Залежність продуктивності мембрани від тиску (а) і температури (б)

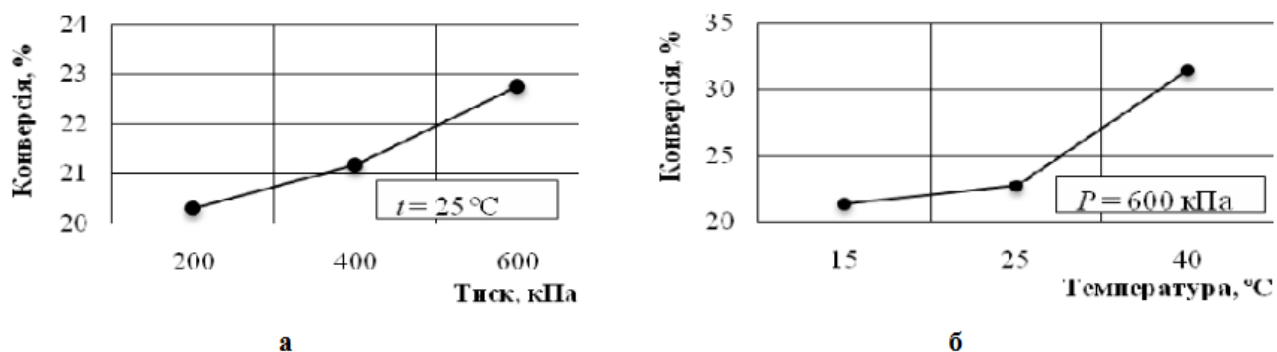


Рисунок 9 - Залежність конверсії мембрани від тиску (а) і температури (б)

Можна зробити висновок, що експериментальні дослідження, які були проведені, дали можливість висвітлити характерні закономірності проходження мембранного розподілу барометричних вод консервної промисловості.

У роботі О. О. Коваленко, А. Т. Безусов, Т. П. Патік, Д. В. Мочернюк доведено, що очистка стічної води консервних виробництв, а саме води після

барометричних конденсаторів, за допомогою зворотньоосмотичних мембран являється багатообіцяючим напрямом покращення ефективності застосування води на цих виробництвах.

2.2.2 Ефективність попередньої підготовки води для стабільної роботи мембранних систем.

Від ефективності попереднього підготування води, що потрапляє на мембрани, залежить довгострокова та постійна робота мембранних пристроїв. Таке підготування води усуває можливість ушкодження мембран та створення викидів будь-якої природи на їх поверхні. Каламутність вхідної води, яка надходить на зворотньоосмотичну очистку не повинна перевищувати $0,6 \text{ мг/дм}^3$ [24].

Існують випадки застосування мікрофільтрації (МФ) як способу попереднього оброблення перед зворотним осмосом (ЗО).

Дослідження з мікрофільтрації проводили на досліджувальному пристрої з рециркуляцією. Замість мікрофільтра застосовували трубчасту керамічну мембрану із глинистих мінералів, яку виготовили в ІКХХВ ім. А.В. Думанського НАН України. Такий мікрофільтр - це вогнестійка керамічна мембрана, стійка до агресивного середовища, має можливість легкої регенерації, широким розповсюдженням матеріалу. Стічна вода надходила на керамічний мікрофільтр зовні трубки, а воду, яка піддавалась очищенню (пермеат) подавали в її середину. Зворотньоосмотичне оброблення відбувалося в комірці фронтального вигляду з застосуванням композитної поліамідної зворотньоосмотичної мембрани з низьким тиском.

Мікрофільтраційне оброблення проходило двома способами. У першому способі стічна вода надходила на мікрофільтр, у другому способі - після фільтрації через піщаний очищувач із фракцією кварцового піску 1—2 мм.

Як видно з рисунку 10, в першому способі (криві 3, 4) через закупорювання

пор забрудненою водою з послідуочим утворенням осаду на поверхні мікроочищувача вміст ЗОВ ставав меншим і помічали затримку фосфатів (PO_4^{3-}) на 54,1 - 56,1%. Каламутть також поступово починала зменшувалась, одначе, цей показник все ж таки був вищим за норму на вхідну воду для зворотного осмосу в 1,9 - 4,2 рази (крива 1). У другому способі (крива 1') якість води, яку очистили, за каламуттю забезпечувалась зразу і зберігалась на протязі приблизно 5,4 год. Так само як і у першому способі, склад ЗОВ знижувався (крива 3').

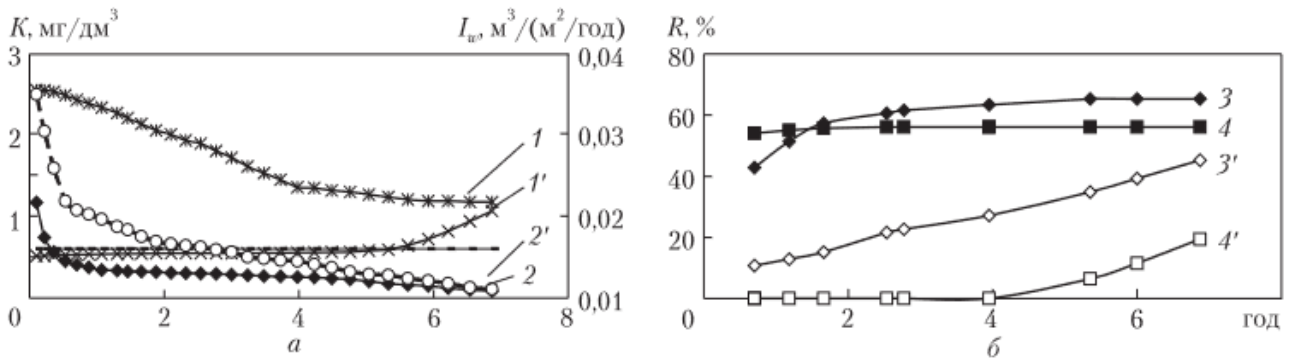


Рисунок 10 - Зміни каламутності (1, 1'), питомої продуктивності (2, 2'), ЗОВ (3, 3') і вмісту фосфатів (4, 4') у процесі очищення стічної води на керамічному мікрофільтрі без попередньої її обробки (1—4) та із попереднім фільтруванням крізь піщаний фільтр (1'—4') при $P = 0,2$ МПа. Горизонтальна штрихова лінія відповідає вимогам за показником каламутності води, яка подається на зворотноосмотичне очищення

Для більш ефективної роботи мембран запропоновано здійснювати їх промивання зворотним потоком пермеату при пониженні значень I_w на 1 -15 % від первинних. З представлених даних (див. рисунок 10, криві 2—2') бачимо, що питома продуктивність мембрани ставала меншою до певних позначок через 13—15 хв від початку дослідження, отже мікроочиснику потрібна регенерація, яка проводилась зворотним потоком води.

Впливання тривалості промивання на ефективність відновлення питомої продуктивності мікрофільтраційної керамічної мембрани (за дист. водою) при різних значеннях P наведено на рисунку 11.

Впливання коефіцієнту відбору пермеату на затримуючу здатність за каламутністю (1), фосфатами (2), ЗОВ (3) та питому продуктивність (4) зворотноосмотичної мембрани при очистці води, яка була попередньо відфільтрована крізь піщаний фільтр з наступною мікрофільтрацією на керамічних трубчастих мембранах наведено на рисунку 12.

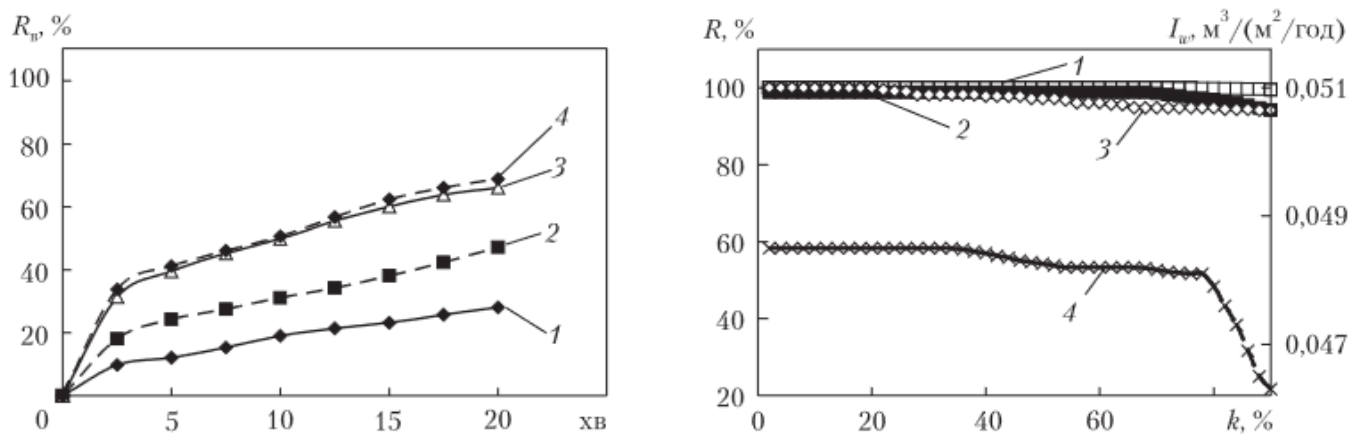


Рисунок 11 - Впливання тривалості промивання на ефективність відновлення питомої продуктивності мікрофільтраційної керамічної мембрани (за дист. водою) при різних значеннях P , МПа: 0,1 (1); 0,2 (2); 0,4 (3) та 0,6 (4)

Рисунок 12 - Впливання коефіцієнту відбору пермеату на затримуючу здатність за каламутністю (1), фосфатами (2), ЗОВ (3) та питому продуктивність (4) зворотноосмотичної мембрани при очистці води, яка була попередньо відфільтрована крізь піщаний фільтр з наступною мікрофільтрацією на керамічних трубчастих мембранах; $P = 2,0$ МПа

Результати досліджень із зворотноосмотичної очистки стічних вод, які були спочатку оброблені фільтруванням на піщаному очиснику та керамічному мікроочиснику наведено на рисунку 11.

Із отриманих даних бачимо, що зворотноосмотична мембрана виявила стабільність та ефективність роботи до коефіцієнта відбирання пермеату (k) приблизно 80 %, при цьому проходило зниження каламутті на 99,9 % (крива 1), вмісту фосфатів (PO_4^{3-}) на 98,8 % (крива 2), ЗОВ на 94,8...99,9 % (крива 3) та стабільністю значень I_w (0,0485...0,0481 $\text{м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$) (крива 4). Наступні показники погіршувалися від впливу концентраційної поляризації.

Отже, проведені нами досліди підтвердили ефективність попереднього підготовлення стічних вод до вимог на воду, яка надходить для зворотноосмотичних пристроїв шляхом фільтрації її крізь піщаний очисник з засипкою 1 - 2 мм з послідуною мікрофільтрацією на керамічному мікроочиснику із глинистих мінералів. Таке первинне оброблення забезпечило довгу та постійну роботу зворотноосмотичної мембрани при високому ступені очистки води та незмінними значеннями її питомої продуктивності до $k \sim 80\%$.

3 Експериментальна частина

3.1 Особливості очищення води виробництва консервних заводів

На виробництвах консервних заводів у технологічних ходах виготовлення харчової продукції для головного або вторинного матеріалу застосовують воду.

Застосовану для виготовлення харчової продукції воду, за застосуванням ділять на технічну воду і технологічну воду.

Вода, що являється матеріалом та належить до будови харчової продукції, і воду, яка знаходиться в контакті з даною сировиною у проходженні технологічному циклі відноситься до технологічної води.

Вода, що застосовується для проходження технологічного циклу на усіх етапах виготовлення харчової продукції і діяльності консервного заводу відноситься до технічної води (води для технічного використання). Із цього слідує, що дана вода застосовується для того, щоб охолодити продукти та напівфабрикати, але контакту з ними немає, а також помити виробничі кімнати,.

Стічні води, які утворюються на всіх стадіях технологічного циклу, піддаються очистці перед видаленням їх у каналізаційну систему та водоймища при наступному або вторинному застосуванні. Головними особливостями для підбору методу очистки стічної води консервних заводів є будова води - наявність у воді речовин, які забруднюють. Відповідно до складу води, витрат води та ділянки виробництва застосовують загальні чи локальні споруди для очистки стічної води на консервних заводах [25].

Промислова стічна вода, яка виникає на підприємствах харчової промисловості, а саме консервних заводах, являє собою непрості полідисперсні системи (за органічними речовинами, які забруднюють).

Для проведення очистки стічної води від забруднюючих речовин, суспензій, жиру та створення надійного скиду забруднених стоків води у каналізаційну систему

на ділянці виробництва будують локальні очисні спорудження.

На підприємствах консервного виробництва для очищення стічної води використовують технологічні схеми, які мають багато етапів очистки. Підприємства харчової промисловості, а також і консервні заводи, зобов'язані мати особисте очисне устаткування. Але, є випадки, видалення погано очищених стоків води у міську каналізаційну систему. Відносно «Правил приймання стічних вод підприємств у комунальні та відомчі каналізаційні мережі міст та селищ України», ГДК викидів за показанням ХСК становить приблизно $500 \text{ мг O}_2/\text{дм}^3$. Але, показання стічної води консервних заводів можуть бути більшими у декілька разів.

Так, як на молочних, м'ясопереробних, оліє-жирових, зернопереробних підприємствах виникають концентровані стоки води, то для них характерний великий склад органічних речовин і їх БСК має бути меншим ніж $2000 \text{ мг O}_2/\text{дм}^3$.

Механічне очищення.

Механічне очищення – перший етап очищення стічної води. даний метод виконують для видалення різних нерозчинних залишків та домішок, що здатні продовжувати дальнійший хід процесу очищення та виявляються дуже корисними. До таких залишків та включень належать: пісок, частки матеріалу, виготовленого продукту, мул різноманітного роду. Дуже часто для механічної очистки застосовують ґрати, уловлювачі піску, відстійники, ґрати.

Біологічна очистка (анаеробне чи аеробне очистка).

Біологічна очистка являється головним етапом очистки стоків води у харчовому виробництві і консервних заводах. Дивлячись на концентрацію забруднення у стоках води, є можливість проводити анаеробну очистку або аеробну очистку. Центром даного методу є застосування забруднення, яке використовують мікроорганізмами, які знаходяться у стічних водах, для продовження життя і

діяльності.

При очистці стічної води високої концентрації, застосовують анаеробну очистку. У цьому випадку анаеробної очистки стічної води з'являється дуже багато біогазу, куди прямує майже 80 % органічних речовин, які містяться в стічній воді. Склад біогазу: 60 – 80 % із метану CH_4 і 20 – 40 % із двооксиду вуглецю (CO_2). Біогаз часто спалюють. Для отримання теплової енергії спалюють біогаз. Осад, який видаляється після очищення, застосовують у вигляді добрива або використовують як добавку до корму тваринам, це ваговий продукт, міститься група вітамінів B_{12} , концентрація сухого елемента від 45 до 50 мкг/г.

Із проведених досліджень робимо висновок, для очищення стічних вод невисокої концентрації, найкраще застосовувати біофільтри- спорудження, які мають вигляд прямокутника або циліндра, висота яких досягає 2-х метрів, завантажені склом, керамзитом, пластмасою, гумовими кульки, на поверхні яких виникають біоплівки, що можуть окиснювати стічні води, які проникають через шар засипки.

Концентровані стічні води пропонують піддавати очистці за допомогою очисних споруджень - аеротенків, це басейн, який має глибину від 3 до 5 метрів, ширину – від 7 до 12 метрів та довжину - 150 метрів куди подається стічна вода, активний мул і повітря.

Завдяки з'єднання цих елементів, проходить окиснення речовин, які забруднюють, та містяться у стічній воді. Глибина аеробної очистки забруднених стічних вод, які забруднені, становить приблизно від 90 до 98 % та заключне значення ХСК стоків води, які очистили складають від 50 до 200 мг $\text{O}_2/\text{дм}^3$.

Основні показники

Будову стічної води і їх особливості розцінюють за показами санітарного і хімічного синтезу, який має поруч із стандартними хімічними дослідженнями, ряд фізико-хімічних, фізичних, санітарно-бактеріологічних розрахунків [26].

У ході виготовлення товару різного типу, виробів, продуктів харчування,

сировини тощо. Стічні води від підприємств харчової промисловості за об'ємом і будовою дуже різняться, вони залежать від типу виробництва, матеріалу та методів технології, яку використовують. Забруднення, Властиві для промислових стічних вод забруднення, можна розмістити на % (п'ять) класів: 1 клас - органічні сполуки, які біологічно невитривалі; 2 - малотоксичні органічні солі; 3 – продукти з нафти; 4 - біогенні сполучення; 5 – речовини, які мають зі характерні отруйні ознаки, наприклад, важкі метали, та органічні синтетичні, які не розпадаються.

З метою відокремлення шкідливих залишків, промислові стічні води, які у своєму складі мають органічні сполуки, ядовиті залишки, які заважають біохімічному окисненню даних органічних елементів, підлягають локальній очистці, а потім видаляються у міську каналізаційну мережу.

У стічних водах харчової промисловості знаходяться розчинені неорганічні і органічні елементи, колоїдні залишки, завислі домішки, густина яких менша за густину води або більша за густину води.

Викиди промислових стічних вод у міську каналізаційну мережу підлягають правилам приймання виробничої стічної води в мережі каналізації населених точок.

Доставка виробничої стічної води до міської каналізаційної мережі може бути розміряною чи нерозміряною, неперервною або миттєвою, цілий рік або сезонною.

3.2 Особливості забруднюючих речовин стічної води виробництва консервних заводів

Знаючи будову стічної води і особливості домішок, які там знаходяться, дає можливість вірно обрати способи очистки стічної води та зробити найкращу технологічну схему очисних споруджень. Забруднення, які знаходяться в стічній

воді, систематизують за рисами: стадія– дисперсний стан, їх рід. Перед видаленням у водоймища стічну воду потрібно очистити на очищувальних спорудженнях. Особливу увагу надають складу стічної води і ознакам.

За походженням забруднення є: органічні, мінеральні, бактеріальні, біологічні.

До мінеральних забруднень належать частинки глини, пісок, шлак, розчинені мінеральні солі, луги та кислоти, а також мінеральні масла тощо.

Органічні забруднення існують і тваринного рослинного походження. Рештки фруктів, овочів, злаків, паперу належать до забруднень рослинного походження. Вуглець (С) являється головною хімічною складовою даного типу забруднень. Фізіологічні виділення тварин та людей, рештки жирових та м'язових тканин тварин, клейові елементи належать до забруднень тваринного походження. Головна ознака для них - великий склад азоту (N). За хімічною будовою органічні забруднення ділять на безазотисті, що включають вуглець (С), водень (H) і кисень (O), та на азотовмісні.

Основною складовою безазотистих органічних включень господарських і побутових стічних вод є вуглеводи і жири. З вуглеводів у стічній воді знаходяться вуглеводи: моносахариди - глюкоза, лактоза та дисахарид це сахароза. Складовими господарських та побутових стічних вод являються такі полісахариди, наприклад, целюлоза та крохмаль, що не розчиняються у воді. Целюлоза у стічній воді перебуває у завислому вигляді та складає більшу частину твердої стадії.

Величина забруднень органічного походження в міській стічній воді велика - від 45 до 58 %, а забруднення та мінеральні речовини і складають від 42 до 55 %.

Для стічної води органічні забруднення виявляються гарним середовищем для розвинення різних бактерій та мікроорганізмів, що створюють біологічне і бактеріальне забруднення стічної води і надають їх епідемічну загрозу.

Розпізнають: сапрофітні бактерії (безпечні), наприклад, водорості, найпростіші, личинки комах, плісняві грибки, дріжджі; бактерії, які спричиняють хвороби, наприклад, збудники черевного тифу, дизинтерії, паратифу тощо.

Включення стічних вод незважаючи на їх природу діляться на чотири групи в залежності від величини частинок.

До першої групи включень відносяться речовини, які не розчиняються, та перебувають у воді у виді великих частинок, які зависають, діаметр яких більше 0,1 міліметра та у виді емульсії, суспензії та піни, де знаходяться частинки від міліметра до 0,1 мк.

До другої групи включень відносяться колоїдні розчини з величиною часток від 0,1 мк до 0,001 мк.

До включень третьої групи відносяться молекулярно-дисперсні частинки, які менші за 0,001 мк та створюють у воді дійсні розчини.

До включень четвертої групи належать частинки, розмір яких менше 0,0001 мк, і належить іонному ступеню дисперсності. До них відносяться солі, кислоти та луги. У процесі біологічної очистки на міських очищувальних спорудженнях із стічної води видаляються фосфати та амонійні солі.

Стічна вода різних сфер промисловості значно різняться за вмістом речовин, які забруднюють і за їх концентрацією.

Харчова промисловість забруднює стічні води органічними включеннями. Більшій кількості виробництв належать забруднення стічної води - мінеральної та органічної у різноманітних співвідношеннях.

Забарвлення – органолептичний показник якості стічної води. Господарсько-фекальна стічна вода має слабе забарвлення або жовтувато-буруваті чи сірі відтінки кольору. Посилений колір різноманітних відтінків вказує на наявність виробничої стічної води. Для стічної води, яка забарвлена, інтенсивність кольору розраховують за розведенням до обезбарвлених, наприклад 1:400; 1:250 тощо.

Концентрація іонів водню (H) позначається величиною рН. Водневий показник (рН) дуже важливий для біохімічних реакцій. При змінній реакції середовища, швидкість реакції також може значно зменшуватися. Знайдено, що стічна вода, яка потрапляє на спорудження для біологічної очистки, має значення рН , яке знаходиться у межах від 6,5 до 8,5. Щоб запобігти руйнуванню водовідвідної мережі, стічну воду (кислу чи лужну), перед зливанням у каналізаційну систему потрібно нейтралізувати.

Прозорість - це загальне забруднення стічної води включеннями, які є колоїдні та нерозчинні, не ідентифікуючи тип забруднення. Прозорість міської стічної води складає від 1 до 3 см.

Сухий остаток містить кількість усіх органічних та неорганічних речовин, що зависли чи розчинилися, на одиницю об'єму води. Розрахувавши масу осаду, що отримали в результаті випаровування цього об'єму води за температури 106°C, знаходимо сухий залишок.

Сухий залишок визначає сукупне забруднення стічної води органічними й мінеральними включеннями в різноманітному агрегатному стані (мг/л). Даний показник знаходиться після випарювання проби стічної води та дальнішого сушіння при температурі 105°C, прожарюють при температурі 600 С та розраховують зольність сухого залишку. Про співвідношення мінеральної та органічної частин забруднення у сухому залишку можна обговорювати за даними двома показниками.

Щільний залишок – це сума органічної та мінеральної речовини, яка знаходиться у пробі стічної води, яка профільтрована (мг/л). Умови ті ж самі, як і при розрахунку сухого залишку. Прожаривши щільний залишок при температурі 600°C обговорюємо співвідношення органічної та мінеральної частин забруднення стічної води, що розчинилися. Порівнюючи прожарені сухі залишки та щільні залишки міської стічної води знайшли: більша частка органічного забруднення знаходиться в нерозчиненому вигляді, а мінеральні

включення знаходяться у розчиненому стані.

Завислі речовини являє собою показник, який визначає величину включень, які можуть залишатися на паперовому фільтрі при фільтрації проби. Завислі речовини - один з головних технологічних показників якості води, який дає можливість охарактеризувати величину мулу, який виникає в ході очистки стічної води. Даний показник застосовується як вимір для розрахунку, коли проєктують вихідні відстійники. Величина завислих речовин являється основним нормативом для проведення визначення потрібного ступеня очистки стічної води. Витрати завислих речовин при прожарюванні розраховуються аналогічно, як і для сухого та щільного включень, проте позначаються не в мг/л, а у виді співвідношенні мінеральної частки завислих речовин до їх загальної величини за сухою речовиною у процентах. Даний показник називають зольністю. У міської стічної води концентрація завислих речовин складає від 100 до 500 мг/л.

Частка завислих речовин, які опадають на дно відстійного циліндра за 2 години при відстоюванні у стані спокою називається осідаючими речовинами. Осідаючі речовини показують можливість завислих частинок до опадання на дно, дає можливість зробити оцінку найбільшого ефекту відстоювання і найбільшої кількості осаду, який можливо отримати при умові спокою. Осідаючі речовини у міській стічній воді складають від 50 до 75% спільної концентрації завислих речовин.

3.3 Особливості методів та прийомів сорбційного очищення стічних вод консервних заводів

Головним методом глибокої очистки стічних вод від органічних речовин, які розчинилися, та хімічних елементів називається сорбцією. Сорбцію використовують у тому випадку, якщо речовини, які забруднюють, неможна видалити біологічним способом, тому що вони не підлягають біохімічному

окисненню. До таких речовини відносяться: тканини, протеїни, лігніни, хлорорганічні, пестициди, ефіри тощо. Забрудниками навколишнього середовища являються підприємства, які виготовляють целюлозу, хлорорганічні речовини, нафтопродукти, барвники та коксохімічне виробництво[27].

Методи сорбційної очистки базується на адгезії (прилипанні) речовин які розчинені, до поверхні сорбенту – речовини, що має велику внутрішню та зовнішню і площі. Дана особливість твердих речовин називається адсорбцією.

Поглинання забруднюючою речовиною рідкої маси сорбенту з утворенням розчинів являється другим напрямком сорбції. Такий хід видалення забруднюючих включень називається абсорбцією. До сорбентів цього типу належать: вода, кислоти, мастила тощо. Для очистки газових потоків використовують метод абсорбції.

Хемосорбція - третій різновид сорбції , коли адсорбція проходить поряд з хімічним взаємозв'язком поглинаючої речовини, яка поглинається, із сорбентом. Використовують для вилучення газів і парів, наприклад, сірководень (H_2S), оксид нітрогену(NO_2) тощо. Матеріалами, які поглинають, використовують різноманітні синтетичні смоли.

Іонний обмін являється одним із типів сорбційних методів, а саме заміна іонів сорбенту на іони з речовин, які забруднюють стічні води.

На сьогодні використовують такі способи очистки стічної води як механічні: відстоювання стічної води, проціджування, осаджування, фільтрування, флотація тощо; хімічні: нейтралізація, окиснювання та відновлювання тощо; фізико-хімічні: абсорбція ,адсорбція, іонний обмін, флокуляція, коагуляція, мембранні методи тощо; біохімічні. На виробництвах застосовують комбіновані способи, до складу яких входять декілька способів Використання таких способів очистки стічної води, як адсорбційний спосіб, роз'яснюється необхідністю збільшення вимог до питної води та до стічної води, яка підлягла очищенню.

Результати дослідження видалення Fe^{2+} (II) каталітичним активованим вугіллям GAC Plus з розчину в дистильованій воді, при початковій концентрації $[\text{Fe}^{2+}] = 1 \text{ мг/дм}^3$ ($V_i = 20 \text{ см}^3$) подано у таблиці 10.

Таблиця 10 - Результати дослідження видалення Fe^{2+} (II) каталітичним активованим вугіллям GAC Plus з розчину в дистильованій воді, при початковій концентрації $[\text{Fe}^{2+}] = 1 \text{ мг/дм}^3$ ($V_i = 20 \text{ см}^3$)

№	$V_{\text{пр}}, \text{ дм}^3$	$\text{Fe}^{2+}, \text{ мг/дм}^3$
0	0	0
1	0,5	0
2	1	0
3	1,5	0
4	2	0
5	2,5	0
6	3	0
7	3,5	0
8	4	0
9	4,5	0
10	5	0
11	5,5	0
12	6	0,1
13	6,5	0,2
14	7	0,9
15	7,5	1,4
16	8	1,9
17	8,5	2,1
18	9	2,4

Результати дослідження видалення Fe^{2+} (II) каталітичним активованим вугіллям GAC Plus з розчину в дистильованій воді, при початковій концентрації $[\text{Fe}^{2+}] = 1 \text{ мг/дм}^3$ ($V_i = 20 \text{ см}^3$) наведено на рисунку 13.

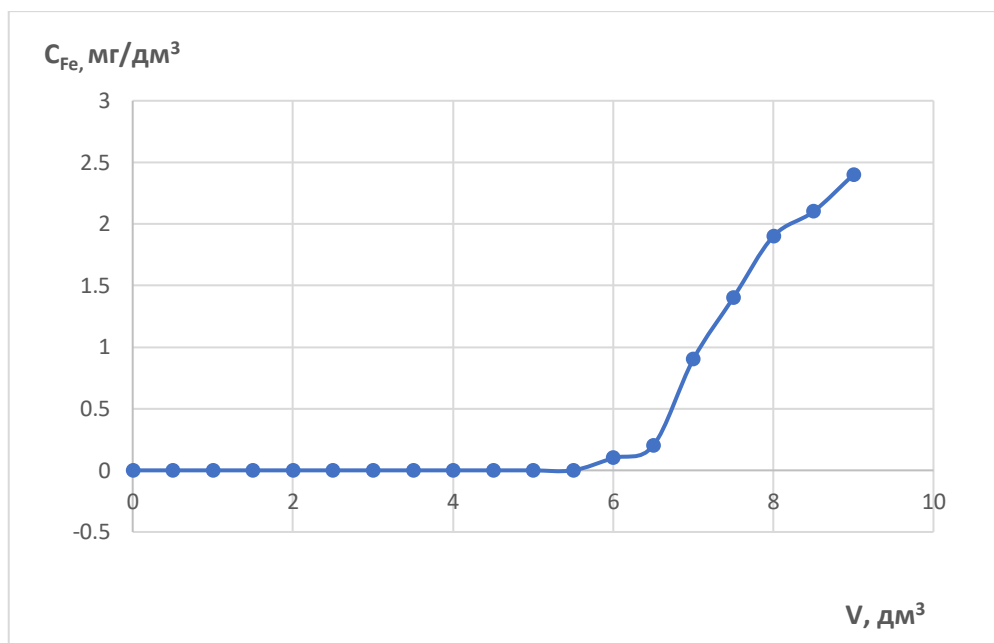


Рисунок 13 - Результати дослідження видалення Fe^{2+} (II) каталітичним активованим вугіллям GAC Plus з розчину в дистильованій воді, при початковій концентрації $[\text{Fe}^{2+}] = 1 \text{ мг/дм}^3$ ($V_i = 20 \text{ см}^3$)

Таблиця 11- Результати дослідження пом'якшення води слабоосновним катіонітом DOWEX -МАК-3 в Na^+ формі, $\text{Ж} = 7 \text{ мг-екв/дм}^3$ наведено в таблиці.

№	$V_{\text{пр}}, \text{дм}^3$	DOWEX -МАК-3 Жорсткість, мг- екв/дм ³
1	2	3
0	0	0
1	0,5	0
2	1	0
3	1,5	0
4	2	0
5	2,5	0
6	3	0
7	3,5	0

Кінець таблиці 11

1	2	3
8	4	0
9	4,5	0
10	5	0
11	5,5	0
12	6	0,1
13	6,5	1,7
14	7	3,9
15	7,5	5,7
16	8	6,4
17	8,5	6,7
18	9	6,9

Результати дослідження пом'якшення води слабоосновним катіоном DOWEX -МАК-3 в Na^+ формі, $\text{Ж} = 7 \text{ мг-екв/дм}^3$ наведено на рисунку 14.

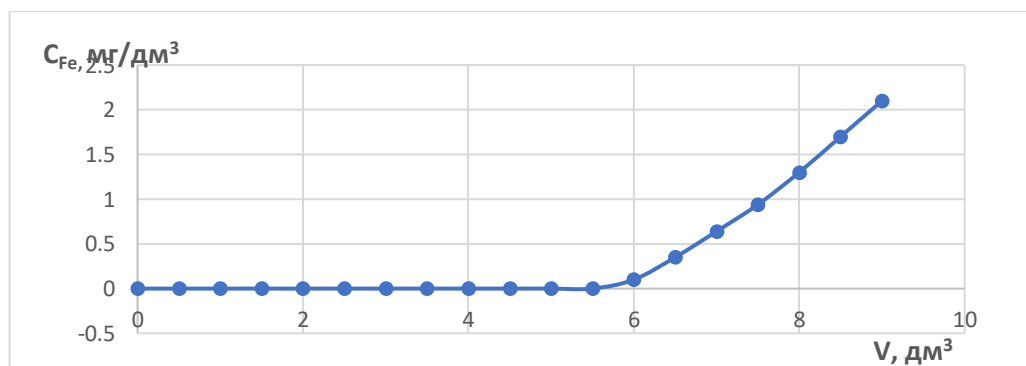


Рисунок 14 - Результати дослідження пом'якшення води слабоосновним катіоном DOWEX -МАК-3 в Na^+ формі, $\text{Ж} = 7 \text{ мг-екв/дм}^3$

Таблиця 11 - Результати дослідження пом'якшення води фільтруванням каталітичним активованим вугіллям GAC Plus та слабоосновним катіонітом DOWEX -МАК-3 в Na⁺ формі

№	V _{пр} , дм ³	Жорсткість, мг-екв/дм ³ , фільтрування каталітичним активованим вугіллям GAC Plus та слабоосновним катіонітом DOWEX -МАК-3 в Na ⁺ формі
0	0	0,0
1	0,5	0,0
2	1,0	0,0
3	1,5	0,0
4	2,0	0,0
5	2,5	0,0
6	3,0	0,0
7	3,5	0,0
8	4,0	0,0
9	4,5	0,0
10	5,0	0,0
11	5,5	0,0
12	6,0	0,0
13	6,5	0,1
14	7,0	0,35
15	7,5	0,64
16	8,0	0,94
17	8,5	1,3
18	9,0	1,7
19	9,5	2,1

Результати дослідження пом'якшення води фільтруванням каталітичним активованим вугіллям GAC Plus та слабоосновним катіонітом DOWEX -МАК-3 в Na^+ формі на рисунку 15.

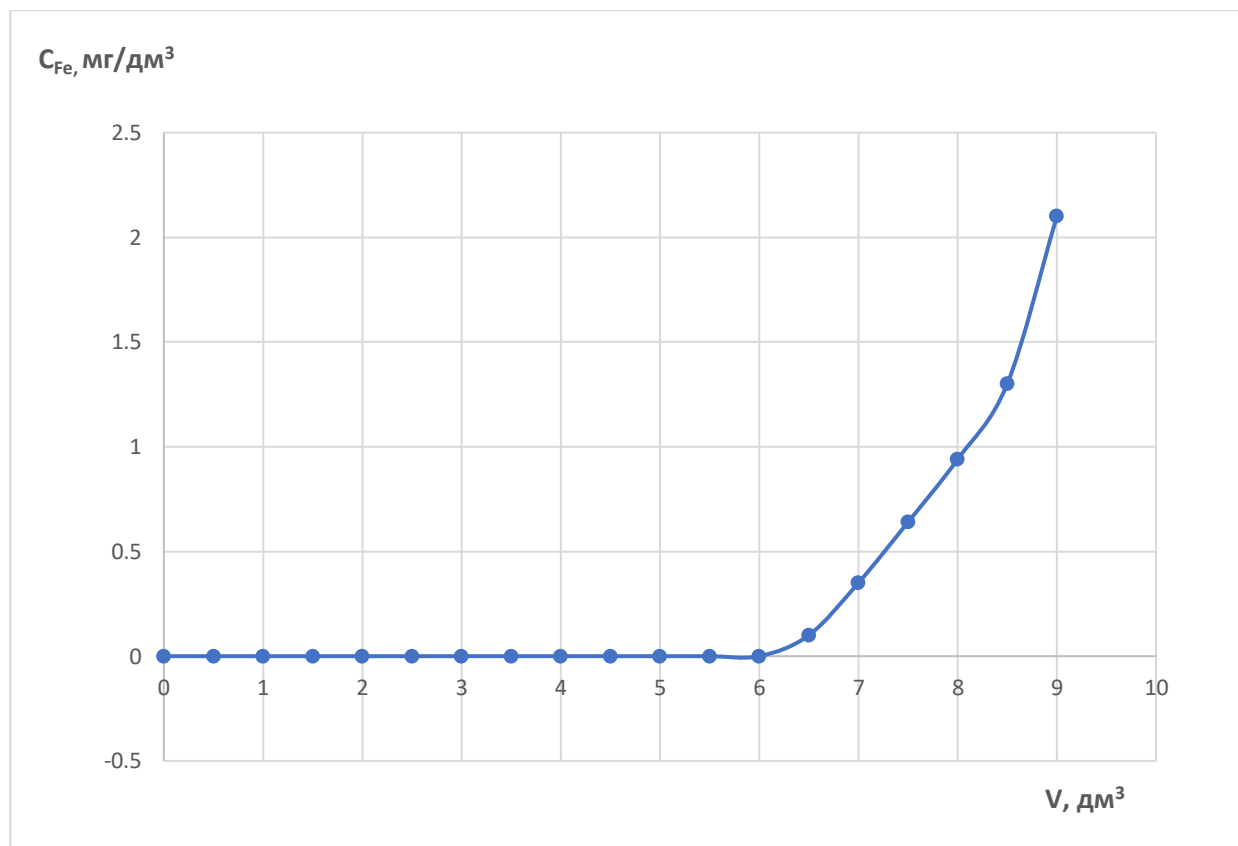


Рисунок 15 - Результати дослідження пом'якшення води фільтруванням каталітичним активованим вугіллям GAC Plus та слабоосновним катіонітом DOWEX -МАК-3 в Na^+ формі

Таблиця 12 - Порівняльні результати дослідження пом'якшення води фільтруванням каталітичним активованим вугіллям GAC Plus та каталітичним активованим вугіллям GAC Plus з слабоосновним катіонітом DOWEX -МАК-3 в Na⁺ формі

№	V _{пр} , дм ³	DOWEX -МАК-3 в Na ⁺ формі Жорсткість, мг-екв/дм ³	GAC Plus, DOWEX -МАК-3 в Na ⁺ формі Жорсткість, мг-екв/дм ³
0	0	0	0,0
1	0,5	0	0,0
2	1,0	0	0,0
3	1,5	0	0,0
4	2,0	0	0,0
5	2,5	0	0,0
6	3,0	0	0,0
7	3,5	0	0,0
8	4,0	0	0,0
9	4,5	0	0,0
10	5,0	0	0,0
11	5,5	0	0,0
12	6,0	0,1	0,0
13	6,5	1,7	0,3
14	7,0	3,9	1,9
15	7,5	5,7	3,7
16	8,0	6,4	5,4
17	8,5	6,7	6,3
18	9,0	6,9	6,5
19	9,5	7,1	6,9

Порівняльні результати дослідження пом'якшення води фільтруванням каталітичним активованим вугіллям GAC Plus та каталітичним активованим вугіллям GAC Plus з слабоосновним катіонітом DOWEX -МАК-3 в Na^+ формі на рисунку 16.

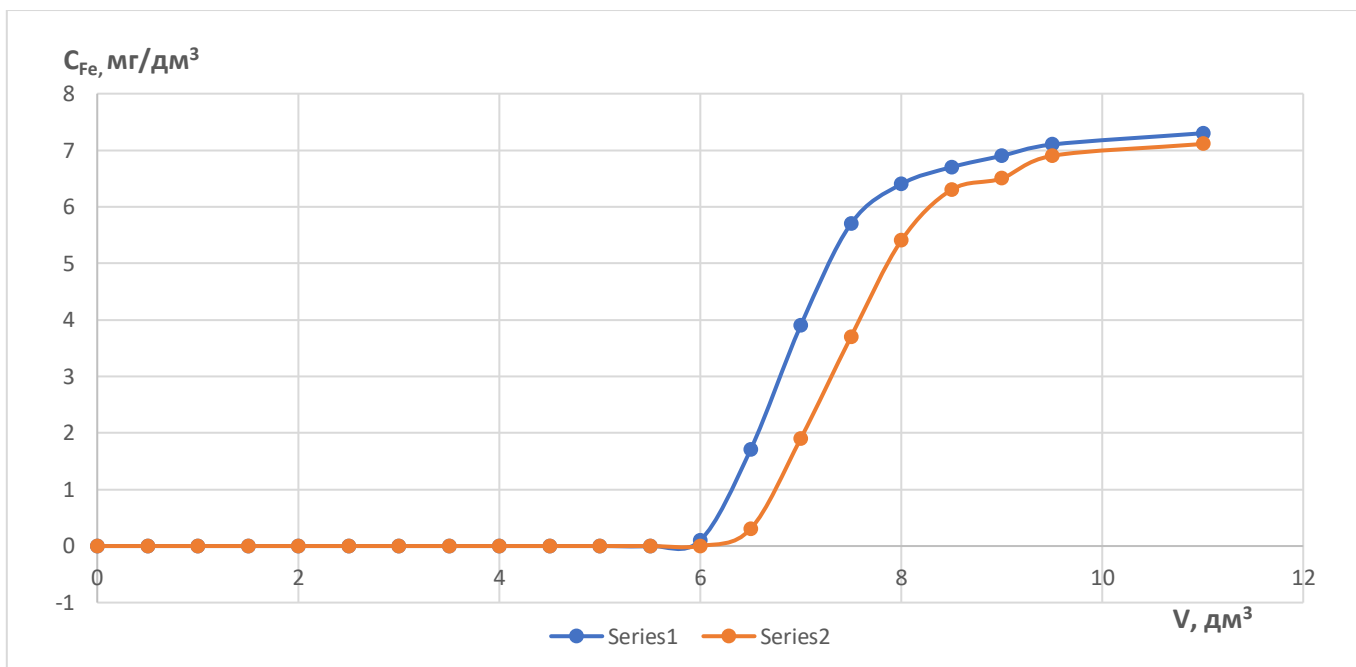


Рисунок 16 - Порівняльні результати дослідження пом'якшення води фільтруванням каталітичним активованим вугіллям GAC Plus та каталітичним активованим вугіллям GAC Plus з слабоосновним катіонітом DOWEX -МАК-3 в Na^+ формі.

Висновки

1. Огляд джерел науково-технічної інформації та проведеного експерименту показав, що на сьогодні є перспективними фізико-хімічні методи пом'якшення та знесолення води з використанням каталітичного фільтруючого завантаження.

2. У роботі наведено методи за допомогою яких проводились вивчення процесів переробки модельних розчинів води, що містять залізо та солі жорсткості.

3. Дослідження проводили завантаженням каталітичним активованим вугіллям GAC Plus з слабоосновним катіонітом DOWEX -МАК-3 в Na^+ формі.

4. Досліджено видалення іонів жорсткості каталітичним активованим вугіллям GAC Plus та каталітичним активованим вугіллям GAC Plus з слабоосновним катіонітом DOWEX -МАК-3 в Na^+ формі

5. Досліджено видалення іонів заліза та іонів жорсткості каталітичним активованим вугіллям GAC Plus з слабоосновним катіонітом DOWEX -МАК-3 в Na^+ формі.

6. Проаналізовано дослідження видалення іонів заліза каталітичним активованим вугіллям GAC Plus.

7. Доведено що видалення іонів жорсткості з модельного розчину каталітичним активованим вугіллям GAC Plus з слабоосновним катіонітом DOWEX -МАК-3 в Na^+ формі проходить ефективно.

Перелік джерел посилань

1. Голян В. А. Комплексний розвиток переробно-харчових виробництв на основі утилізації відходів: інституціональні передумови та інвестиційне забезпечення / В. А. Голян, Д. М. Шмаров // Інвестиції: практика та досвід. – 2018. - № 13. – С. 10. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ipd_2018_13_4]

2. Бескупська О.В. Основні передумови та принципи екологізації харчової промисловості. Глобальні та національні проблеми економіки / О. В. Бескупська // Економіка та управління підприємствами. - 2016. - № 11. - С. 272 – 275.

3. Іваненко С.Д., Олива Д.А., Ільїнський О.В. Аналіз впливу на стан довкілля діяльності підприємств харчової промисловості України / С. Д. Іваненко, Д. А. Олива, О. В. Ільїнський // Проблеми та перспективи забезпечення цивільного захисту. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції молодих учених. – Харків: НУЦЗУ, 2020. – С. 271.

4. Мостенська Т. Г. Екологічні загрози при виробництві харчових продуктів / Т. Г. Мостенська // Науковий економічний журнал «Інтелект ХХІ». Екологічні проблеми.- Київ: 2015.-№ 3.- С. 93-99.

5. Поштаренко А. В. Вплив харчової промисловості на екологічну безпеку природних вод / А. В. Поштаренко // Проблеми екологічної біотехнології. - 2015. - № 2. - [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/peb_2015_2_12

6. Сагдєєва О.А., Крусір Г.В. Біотехнологічні методи утилізації органічних відходів виробництва як невід’ємна складова управління сталим розвитком сучасного підприємства / О.А. Сагдєєва, Г.В. Крусір // Еколого-енергетичні проблеми сучасності. - Зб. наукових праць Всеукраїнської науково-технічної

конференції молодих учених та студентів. Одеса, 15-17 квітня 2021 р. – Одеса: Видавництво ОНАХТ, 2021. – С. 25-29.

7. Гніздовський О.С. Сагдєєва О.А. Екобіотехнології консервних підприємств / О.С. Гніздовський, О.А. Сагдєєва // Еколого-енергетичні проблеми сучасност.- Зб. наукових праць Всеукраїнської науково-технічної конференції молодих учених та студентів. Одеса, 15-17 квітня 2021 р., Одеса: Видавництво ОНАХТ, 2021. – С. 30-32.

8. Паробок Г. П. Вплив відходів харчової промисловості на довкілля / Г. П. Паробок // Зб. тез VIII всеукраїнської студентської науково-технічної конференції „Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання“, 23-24 квітня 2015 р.: ТНТУ, Т.1, 2015. - С. 5.

9. Янчев С. І. Підвищення якості очищення стічних вод на підприємствах харчової промисловості / С. І. Янчев, А. О. Гайдученко, Т. Б. Столевич // Вода в харчовій промисловості : Зб. тез доповідей X Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених, аспірантів і студентів. Одеса, 21–22 березня 2019 р., Одес. нац. акад. харч. технологій. – Одеса : ОНАХТ, 2019. – с. 86–87.

10. Шестопалов О. В. Сучасні методи очищення стічних вод харчової промисловості / О. В. Шестопалов , О. С. Гетта , Н .І. Рикусова // Екологічні науки. – 2019. – № 2. – С. 20-27.

11. Дорощенко В .В., Коцюба І. Г., Єльнікова Т. О., Уваєва О. І. Водопідготовка: навчальний посібник / В. В. Дорощенко, І .Г. Коцюба, Т. О. Єльнікова, О. І. Уваєва// – Житомир: Державний університет «Житомирська політехніка», 2020. – С. 78-79.

12. Сорокіна К. Б. Теоретичні основи технології очистки води (Теоретичні основи водопідготовки) : конспект лекцій (для студентів 3 курсу денної і заочної форм навчання за напрямом підготовки 6.060101 – Будівництво (фахове

спрямування «Водопостачання та водовідведення») і 6.060103 – Гідротехніка (водні ресурси)) / К. Б. Сорокіна // Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2016. – С. 47-49.

13. Долина Л. Ф., Машихіна П. Б., Козачина В.А. Реконструкція систем водопостачання та водовідведення [Монографія] / Л. Ф. Долина, П. Б. Машихіна, В. А. Козачина // – Дніпро: Журфонд, 2021. – С. 179-207.

14. Олійник С. І., Прибильський В. Л., Самченко І. О., Тарасюк Л. А. Застосування природних мінеральних матеріалів у механічному очищенні води для напоїв / С. І. Олійник, В. Л. Прибильський, І. О. Самченко, Л. А. Тарасюк // Наукові праці Національного університету харчових технологій. – Київ: НУХТ, 2018.- Т. 24, № 2. – С. 238-246.

15. Шестопалов О. В. Фізико-хімічні методи очищення стічних вод на підприємствах харчової промисловості / О. В. Шестопалов, О. С. Гетта, Н. І. Рикусова // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я. - 2020. - Ч. IV. / за ред. проф. Сокола Є.І. – Харків: НТУ «ХПІ». – С. 14.

16. Василенко І. А., Скиба М. І., Півоваров О. А., Воробйова В. І. Теоретичні основи охорони навколишнього середовища / І.А. Василенко, М.І. Скиба, О.А. Півоваров, В.І. Воробйова // – Дніпро: Акцент ПП, 2017. – 204 с.

17. Назарко І.С., Мамедова Е.С. Застосування процесів адсорбції у харчовій промисловості / І. С. Назарко, Е. С. Мамедова // Матеріали ІХ Всеукраїнської студентської науково-технічної конференції, Тернопіль, 20-21 квітня 2016, Тернопільський національний технічний університет ім. І.Пулля, Тернопіль: ТНТУ, 2016. – Т. 1. – С.209-211.

18. Попович Т. А. Дослідження можливості очистки стічних вод від синтетичних поверхнево-активних речовин адсорбційним методом / Т. А. Попович // Вістник Херсонського нац. технічного ун-та, Херсон: ХНТУ, 2014. – № 4 (51). – С. 105-110.

19. Галиш В. В., Трус І. М., Радовенчик В. М., Гомеля М. Д. (2021). Біосорбенти для очистки стічних вод / В. В. Галиш., І. М. Трус, В. М. Радовенчик, М. Д. Гомеля // Вісник НТУУ “КПІ імені Ігоря Сікорського”. Серія: Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження, (3), 51–57. <https://doi.org/10.20535/2617-9741.3.2021.241049>

20. Василенко І.А., Скиба М.І., Півоваров О.А., Воробйова В.І. Теоретичні основи охорони навколишнього середовища / І.А. Василенко, М.І. Скиба, О.А. Півоваров, В.І. Воробйова // Дніпро: Акцент ПП, 2017. – 204 с.

21. Номерчук Н. І Біологічне очищення стічних вод плодоовочевих консервних підприємств / Н. І. Номерчук, Н. С. Бублієнко, О. П. Семенова // Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті : програма і матеріали 80 міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів, 10–11 квітня 2014 р. – К.: НУХТ, 2014. – Ч. 1. – С. 569-571.

22. Блінова Н. К., Кравченко О. В. Сучасні проблеми біологічно очистки стічних вод та шляхи їх вирішення / Н. К. Блінова, О. В. Кравченко // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля, № 3 (244), 2018, Сєвєродонецьк: С. 14-20.

23. Коваленко О.О., Безусов А. Т., Патік Т. П., Мочернюк Д. В. Експериментальне дослідження процесу мембранного очищення стічних вод консервних виробництв / О. О. Коваленко, А. Т. Безусов, Т. П. Патік, Д. В. Мочернюк // Харчова наука і технологія. – 2011. – № 3 (16). – С. 79–83.

24. Семінська О. О., Кучерук Д. Д., Балакіна М. М., Гончарук В. В. Очищення міських стічних вод мембранними методами / О.О. Семінська, Д.Д. Кучерук, М.М. Балакіна, В.В. Гончарук // Доповіді Національної академії наук України. — 2016. — № 11. — С. 112-116.

25. Янчев С. І., магістр, Гайдученко А. О., бакалавр, Столевич Т. Б. Підвищення якості очищення стічних вод харчової промисловості / Х

Всеукраїнська науково-практична конференція молодих учених, аспірантів і студентів «Вода в харчовій промисловості»: Збірник тез доповідей X Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених, аспірантів і студентів. 21 – 22 березня 2019 р., Одеса, ОНАХТ. -Одеса: ОНАХТ, 2019. – С.86-87

26. Айрапетян Т. С. Технологія очистки стічних вод : конспект лекцій для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за спеціальністю – Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології / Т. С. Айрапетян // Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2021. – 120 с.

27. Дорощенко В .В., Коцюба І. Г., Єльнікова Т. О., Уваєва О. І. Водопідготовка: навчальний посібник / В. В. Дорощенко, І .Г. Коцюба, Т. О. Єльнікова, О. І. Уваєва // . – Житомир: Державний університет «Житомирська політехніка», 2020. –153 с.