

ДВНЗ «Донецький Національний Технічний Університет»
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет «Машинобудування, електроінженерії та хімічної технології»
(повне найменування інституту, назва факультету)

Кафедра «Хімічних технологій та хімічного машинобудування»
(повна назва кафедри)

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____/Збиковський Є.І./

“ ____ ” _____ 2022 року

Випускна кваліфікаційна робота

Магістр

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему: «Очищення стічних вод в умовах ПРАТ “АКХЗ”»

Виконал: студентка 2 курсу, групи ХТзм-20

спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія»

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Унгуреану Я.О. _____
(прізвище та ініціали) (підпис)

Керівник доц. каф.ХТ ХМ, к.т.н., Каулін В.Ю. _____
(посада, наук. ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

Рецензент доц.каф.ПД Кутняшенко О.І. _____
(посада, наук. ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

*Засвідчую, що у цій кваліфікаційній
роботі немає запозичень з праць
інших авторів без відповідних
посилань.*

Студентка Унгуреану Я.О. _____
(підпис)

Луцьк – 2022

ДВНЗ «Донецький Національний Технічний Університет»

Факультет Машинобудування, екології та хімічних технологій
Кафедра Хімічних технологій та хімічного машинобудування
Освітньо-кваліфікаційний рівень (освітній ступінь) магістр
спеціальність 161 «Хімічні технології та інженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____/Збиковський Є.І./

“ ____ ” _____ 2022 року

З А В Д А Н Н Я
НА ВИПУСКНУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРУ

Унгуреану Яна Олександрівна

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Очищення стічних вод в умовах ПРАТ “АКХЗ”

керівник роботи Каулін В'ячеслав Юрійович, доцент кафедри, к.т.н.

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

звання)

затверджені наказом № _____ від “ ____ ” ____ 2022 року

2. Строк подання студентом роботи 25 травня 2022 року

3. Вихідні дані до роботи Матеріали переддипломної практики

5. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада Консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1			
2			

6. Дата видачі завдання 14 лютого 2022 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	При- мітка
1		Лютий, 2022	-
2		Березень, 2022	-
3		Березень, 2022	-
4		Квітень, 2022	-
5		Квітень, 2022	-
6		Травень, 2022	-

Студент

ініціали)

Керівник роботи

ініціали)

(підпис)

Унгуреану Я.О.

(прізвище та

(підпис)

Каулін В.Ю.

(прізвище та

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи магістра: 77 стор.,
1рис., 5 табл., 13 джерел, 3 додатка.

Об'єкт дослідження – очисні споруди коксохімічного заводу, біохімічне
очищення стічних вод.

Мета роботи – дослідити очисні споруди ПРАТ "АКХЗ", їх
технологічно-ефективна робота.

Проаналізовані види очисних споруд стічних вод. Розглянуто систему
споруд для очищення стічних вод Авдіївського коксохімічного
заводу, розрахований аеротенк-змішувач.

Область застосування-водоочищення стокових вод коксохімічного
виробництва.

СТІЧНІ ВОДИ, ОЧИЩЕННЯ, ОЧИСНІ СПОРУДИ,
БІОХІМОЧИЩЕННЯ, АЕРОТЕНК

ABSTRACT

Explanatory note to the master's qualification work: 77 pages, 1 figures, 5 tables, 13 sources, 3 appendices.

The object of research is the treatment facilities of the coke plant, biochemical wastewater treatment.

The purpose of the work is to investigate the treatment facilities of PJSC "AKHZ", their technologically efficient work.

The types of wastewater treatment plants are analyzed. The system of wastewater treatment plants of Avdiivka Coke Plant is considered, the aerotank mixer is calculated.

Scope of wastewater treatment of coke production.

WASTEWATER, TREATMENT, TREATMENT FACILITIES, BIOCHEMISTRY
TREATMENT, AEROTENK

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1. СУТНІСТЬ ФІЗИКО-ХІМІЧНОГО ТА БІОХІМІЧНОГО ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД КОКСОХІМІЧНИХ ПІДПРИЄМСТВ	8
1.1 Фізико-хімічна характеристика стічних вод	8
1.2 Механічні та фізико-хімічні методи очищення стічних вод	11
1.3 Сутність біохімічного очищення стічних вод коксохімічних виробництв	14
2 ТЕХНОЛОГІЧНІ СХЕМИ БІОХІМІЧНИХ УСТАНОВОК	26
2.1 Загальні схеми біохімічних установок на коксохімічних підприємствах України	26
3. ВОДООЧИЩЕННЯ АДІЇВСЬКОГО КОКСОХІМІЧНОГО ЗАВОДУ	31
3.1 Водовідведення та водоспоживання Авдіївського коксохімічного заводу	31
3.2 Загальна характеристика та опис технологічного процесу роботи очисних споруд Авдіївського коксохімічного заводу (АКХЗ)	36
3.3 Біохімічні установки ПАТ АКХЗ та позамайданчикові очисні споруди, опис їх роботи	41
3.4 Опис технологічних споруд АКХЗ та оцінка технологічної ефективності їх роботи.	44
4 РОЗРАХУНКИ ОЧИСНИХ СПОРУД СТІЧНИХ ВОД	55
4.1 Вибір схеми очищення стічних вод	55
4.2 Розрахунок аеротенків	57

ВИСНОВКИ

59

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

ВСТУП

На коксохімічних підприємствах України при проектних обсягах виробництва утворюється близько 15 млн.м³ на рік виробничих (так званих «фенольних») стічних вод. До 40% загальної кількості фенольних вод - це неминучий наслідок специфіки коксохімічного виробництва, пов'язаної з термічною деструкцією кам'яного вугілля при отриманні коксу. В результаті вода, що виділяється (фізична і пірогенетична волога вугілля) забруднюється практично всіма хімічними продуктами коксування: розчинними і нерозчинними ароматичними вуглеводнями (похідними бензолу, нафталіну, антрацену); одно - і багатоатомними фенолами, аміаком і солями амонію; ціанід-, роданід - і сульфід-іонами та ін.

Стічні води коксохімічного виробництва - одні з найнебезпечніших (як джерело забруднення водойм) і важких з погляду їх очищення серед промислових стічних вод. Тому проблема очищення стічних вод коксохімічного виробництва вирішується комплексом фізико-хімічних, механічних та біохімічних способів, що використовуються для очищення локальних стоків та загального фенольного стоку на біохімічних установках. Вибір способів та ефективність очищення багато в чому визначаються тим, як використовуються очищені стічні води. На більшості коксохімічних підприємств, що діють, очищені стічні води використовуються для гасіння коксу. Обсяги утворення стічних вод (0,4 - 0,5 м³ на 1 т коксу) можна порівняти з безповоротними втратами води при гасінні коксу. Тому на підприємствах з мокрим гасінням коксу в принципі реалізується безстічність виробництва. Стічні води перед гасінням коксу повинні бути очищені від летких шкідливих речовин і не містити ті сполуки, які при контакті з розпеченим коксом можуть розкладатися з виділенням шкідливих летких компонентів. Посилення вимог захисту повітряного басейну від забруднень відповідно підвищують і вимоги до якості очищення стічних вод, оскільки процес мокрого гасіння коксу робить певний

внесок у забруднення атмосфери при використанні для гасіння коксу навіть технічної води. На ряді підприємств, де здійснюється сухе гасіння коксу, очищені фенольні води передаються для біологічного доочищення до системи очисних споруд господарсько-побутової каналізації.

1 СУТНІСТЬ ФІЗИКО-ХІМІЧНОГО ТА БІОХІМІЧНОГО ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД КОКСОХІМІЧНИХ ПІДПРИЄМСТВ

1.1 Фізико-хімічна характеристика стічних вод

Велика різноманітність домішок стічних вод визначає необхідність застосування різних методів виділення або знешкодження домішок. Частина методів входить як складова частина в основну технологію уловлювання та переробки хімічних продуктів коксування та призначена для виділення у вигляді товарних продуктів низки речовин з технологічних вод та покращення якості окремих складових загального стоку до подачі в систему фенольної каналізації.

Проблема очищення технологічних та стічних вод від смолистих речовин, масел є загальною для багатьох галузей промисловості. Методи очищення відомі і принципово однакові для стічних вод всіх виробництв: відстоювання, флотація, сорбція, фільтрація, екстракція, фугування та ін.

Очищення від смолистих речовин, що мають питому вагу більше одиниці, здійснюється, переважно, методом відстою, рідше - методом адсорбції на кварцовому піску чи коксі. Олії в стічних водах коксохімічного виробництва в основному представлені компонентами поглинальної олії (конденсованими двоядерними ароматичними вуглеводнями з температурою кипіння від 200 до 300 ° C) і антраценової олії (поліциклічними, в основному трикільчастими, конденсованими вуглеводнями з температурою кипіння

Олії у стічних водах коксохімічного виробництва за своїм складом специфічні порівняно зі стічними водами інших галузей промисловості. У практиці оцінки роботи очисних споруд коксохімічних підприємств контролюючими органами ця обставина, як правило, не враховується. Велика література, присвячена проблемі очищення стічних вод від масел, в основному відображає умови виділення масел нафтового походження, в яких присутні

переважно парафінові (алкани) і циклопарафінові (нафтени) вуглеводні. З оліями коксохімічного виробництва в них є лише загальна ознака, що дозволяє під терміном «олії» («нафтопродукти») поєднувати велику групу органічних речовин, - це висока гідрофобність, що обумовлює низьку розчинність (чи нерозчинність) у питній воді.

Дослідження, виконані у ВУХІНІ та Уральському політехнічному інституті ім. С.М. Кірова (Е.К. Дербишева і Л.А. Небольсіної), показали, що емульсії у воді олій кам'яновугільного та нафтового походження, отримані в однакових умовах, істотно відрізняються: кам'яновугільні олії утворюють емульсії з дисперсністю частинок масел на порядок вище; стійкість цих емульсій значно вища. Це залежить насамперед від складу вуглеводнів. У нафтах і нафтопродуктах частка ароматичних вуглеводнів мала, у яких переважають аліфатичні та аліциклічні вуглеводні, що відрізняються насиченістю структури. Відомо, що парафінові (насичені) вуглеводні практично не взаємодіють з водою через свій насичений одинарний зв'язок у атома вуглецю. У ряді вуглеводнів парафінові - нафтові - ароматичні відбувається помітне збільшення ступеня взаємодії з молекулами води і, отже, розчинності та емульгуваності вуглеводнів. Стабільність емульсій залежить також від складу дисперсійного середовища (тобто розчинних домішок стічних вод). Характерні домішки стічних вод коксохімічного виробництва - фенол та піридин (полярні речовини, з якими здатні взаємодіяти олії - ароматичні вуглеводні) у кількості, відповідно, понад 500 і 100 мг/л є стабілізаторами емульсій кам'яновугільних олій. І, нарешті, технологічні умови ведення процесів уловлювання та переробки хімічних продуктів коксування (високі температури, контакт з водяною парою при інтенсивних тепло- та масообміні) сприяють емульгуванню масел у стічних водах. Зміни фазово-дисперсного стану домішок можуть відбуватися при змішуванні окремих потоків.

Відмінності в природі вуглеводнів нафтових і кам'яновугільних масел і

властивостях утворених ними емульсій призводять до того, що за одних і тих же умов очищення олійних стоків (схема, апаратура, режим) залишковий вміст кам'яновугільних масел майже на порядок вище, ніж нафтових. Загальний фенольний стік – складна дисперсна система. Як і будь-яку дисперсну систему його можна характеризувати з погляду розміру частинок дисперсної фази (у стічних водах коксохімічного виробництва дисперсну фазу становлять, крім масел, також частинки вугілля і коксу), їх агрегатного стану та міжфазної взаємодії з дисперсійним середовищем.

Таблиця 1. Класифікація за ступенем дисперсності

	Розмір частинок, см
Грубодисперсні системи	понад 10-4
Системи проміжного ступеня дисперсності	10-4 - 10-5
Високодисперсні системи (колоїди)	10-5 - 10-7

Мікроскопічні дослідження стічних вод коксохімічних підприємств показали, що в них знаходяться частинки різного ступеня дисперсності - полідисперсна система. Частинки мають кулясту форму, розмір їх зазвичай не перевищує 40-50 мкм. По агрегатному стану диспергованих домішок стічні води відносяться до емульсій та частково суспензій.

Високодисперсні частинки (розміром менше 1 мкм), на відміну від інших, проходять через звичайні фільтри та затримуються мембранними фільтрами. Саме високодисперсні частинки олії становлять найбільші труднощі при очищенні стічних вод. Зміст їх залежить переважно від складу, і навіть умов утворення стічних вод. Для орієнтовної оцінки вмісту високодисперсних частинок (У) за поточними аналізами загального фенольного стоку можна скористатися рівнянням регресії (з рівнем значущості 95%):

$$Y = 14.49444 + 0.180343X_1 - 0.017566X_2 + 0.008963X_3$$

де X_1 і X_2 - відповідно вміст загальних масел та аміаку загального, мг/л;

X_3 - хімічна потреба в кисні (ГПК) стічної води за вирахуванням ГПК

ідентифікованих з'єднань (б основному фенолів і роданідів), яка характеризує наявність у воді органічних домішок.

Зміст високодисперсних частинок масел у загальних фенольних стоках різних підприємств значно відрізняється - від 10 до 70 мг/л (найчастіше понад 40-50 мг/л). Присутність солей амонію сприяє зниженню, а великої кількості органічних домішок (наприклад, у стоках складу масел смолоперегонного цеху і стоку пекококсового цеху) - збільшення вмісту високодисперсних частинок. Агрегативна стійкість частинок олії (і, відповідно, стабільність емульсій) залежить від усіх основних домішок стічних вод та складу олій. Встановлено пряму залежність від вмісту фенолів у дисперсійному середовищі та зворотну - від вмісту солей амонію. По-різному впливає рН середовища: при збільшенні рН підвищується агрегативна стійкість емульсії поглинального масла та спостерігається область мінімальної стійкості емульсії антраценової олії при значеннях рН близько 8,5.

Щільність стічних вод трохи менше 1 г/см³. Найменшу щільність мають сепараторні води відділення дистиляції бензолу та цехів ректифікації сирого бензолу (0,991-0,993 г/см³), що зумовлено високим вмістом бензолу. В'язкість окремих стоків коксохімічного виробництва коливається від 1,32 до 1,48 сСт (при 25 °С), що в 1,5 рази вище в'язкості дистильованої води. Це свідчить про наявність додаткових зв'язків між молекулами, за винятком постійних сил зчеплення. Величина поверхневого натягу стічних вод характеризує наявність поверхнево активних речовин (ПАР). Домішки, що знаходяться в загальному стоку, у надлишковій надсмольній воді, у воді циклу кінцевого охолодження коксового газу, в сепараторних водах бензольного відділення, а також у загальному стоку пекококсового цеху, володіють незначною поверхневою активністю (різниця у величинах поверхневого натягу - В межах від 0,3 до 3,7 дин/см). Домішки в стічних водах зі складу масел смолопереробного цеху, у віджимних водах сховищ антраценового та поглинального масел знижують

поверхнєве натяг води вже на величину до 7.8 дин/см, тобто поверхнєва активність їх більша. Таким чином, у всіх стоках коксохімічного виробництва в тій чи іншій кількості містяться ПАР. Існують досить складні залежності поверхнєвого натягу від складу вод, в основному від взаємного співвідношення масел, фенолів та солей амонію. Наявність у стічних водах ПАР створює необхідну умову для флотаційного виділення масел, але у деяких водах вміст їх незначний. Зниження поверхнєвого натягу залежить від підвищення температури. Хороший ефект дає внесення таких неорганічних електролітів як солі двовалентних металів. Присутність двозарядних катіонів (Fe^{2+} , Ca^{2+} , Mg^{2+} та ін.) за невеликої концентрації (0 . 2 мг-моль/л) сприяє коагуляції частини високодисперсних частинок масел.

1.2 Механічні та фізико-хімічні методи очищення стічних вод

Найбільш поширеним методом виділення нерозчинних домішок (зважених речовин, смол та олій) є відстій. Відстій застосовується практично у всіх технологічних процесах уловлювання та переробки хімічних продуктів коксування; у ряді випадків відстійні споруди або сепаратори використовуються одночасно для виділення диспергованих вуглеводнів з питомою вагою більше і менше питомої ваги води (з відведенням продуктів з нижньої та верхньої частини відстійників).

Залпові надходження легкокиплячих продуктів (бензольних вуглеводнів) нафталіну можуть погіршити роботу відстійників через зміну питомої ваги смол і масел за рахунок розчинення цих продуктів.

Освітлення стічних вод відстоєм є першим етапом очищення загального фенольного стоку на біохімічній установці. Обстеження роботи відстійників низки біохімічних установок показали, що залишковий вміст смол і масел зазвичай вище 100 мг/л після шестигодинного відстою, у своїй вміст

високодисперсних частинок масел мало змінюється. Тому ефективність освітлення відстоєм окремих (локальних) стоків різна: наприклад, вона вища для стоку пекококсового цеху і гірша для води зі складу масел смолопереробного цеху. Кінетика процесу відстоювання залежить від вихідного вмісту смол і масел, але в будь-якому випадку при відстоюванні загального стоку залишковий вміст смол та масел практично не змінюється після 4-5 годинного відстою. Дуже важливо у практиці очищення стічних вод мати оптимальну температуру стоку перед освітленням. Ефективність відстою однакова в діапазоні температур від 20 до 50°С різко погіршується при температурі стічної води вище 50°С. Тому, до речі, недоцільно змішувати неохолоджену надлишкову надсмольную воду із загальним фенольним стоком до подачі в відстійники. Флотаційні методи очищення від масел стічних вод володіють істотними технологічними перевагами (простотою апаратурного оформлення, високою продуктивністю, відсутністю стадії регенерації) і можливістю досить глибокого очищення стічних вод від диспергованих домішок - в межах до повного видалення всіх частинок, крім високодисперсних способів фільтрації, який, однак, складніший в експлуатації та вимагає стадії регенерації). Підвищити глибинне знемаслення стічних вод при флотації можливо лише за рахунок коагуляції частинок колоїдної дисперсності. Це досягається при використанні реагентної флотації, зокрема, при додаванні до стічної води неорганічного електроліту. Найбільш поширене використання сірчанокислового закисного заліза (залізного купоросу $\text{FeSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$), оптимальна доза якого від 30 до 70 мг/л для FeSO_4 . Присутність сірчанокислового заліза у певних дозах позитивно впливає на подальше біохімічне окиснення фенолів та роданідів, зокрема за рахунок зв'язування частини ціанідів у нетоксичні для біохімічного процесу комплекси фероціанідів. Відомо, що солі окисного заліза широко використовуються при очищенні природних та стічних вод, але у значно більших, ніж 30-70 мг/л дозах. Однак у присутності солей тривалентного

заліза, особливо в умовах аерації повітрям, суттєво підвищується корозія сталі у стічній воді. Солі ж закисного (двовалентного) заліза навіть гальмують корозійний процес. До того ж механізм дії реагенту FeSO_4 при флотації інший (ніж у класичних коагулянтів, на пластівцях яких у воді сорбуються масла) - він полягає в коалесценції (укрупненні) частини високодисперсних частинок масла (таблиця 2).

Таблиця 2. Вплив добавок сірчаноокислого закисного заліза на дисперсність частинок олій

Добавка FeSO_4 , мг/л	pH	Вміст олій, мг/л	
		загальне	частинок < 1 мкм
Ні	8.3	138	38
52	8.6	115	26
Ні	7.3	132	39
68	7.6	132	21

Загальне уявлення про можливості методів очищення від мастила дає мал.1.

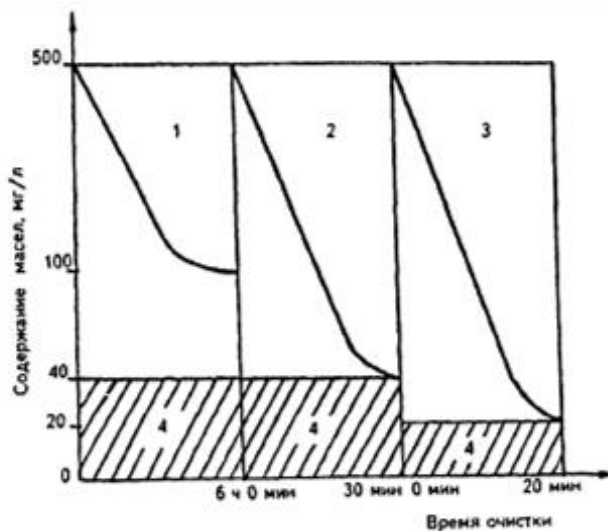


Рисунок 1 – Ефективність методів очищення стічних вод від масел

1- відстій, 2 - безреагентна флотація, 3 - реагентна флотація,
4 - високодисперсні частинки масла (діаметром < 1 мкм).

Дія реагентів при флотації не обмежується лише коалесценцією

високодисперсних частинок, тобто підвищенням глибини очищення стічних вод від масел на 30-50% і більше, порівняно з безреагентною флотацією. Додаток сірчаноокислого закисного заліза і марганцевоокислого калію дозволяє також значно (в 3-4 рази) прискорити флотацію, тобто сприятливо впливає кінетику процесу.

В реальних умовах за оптимальних режимів та апаратурного оформлення процесу час флотації по кінетиці процесу - 15-20 хв.

У технологічних процесах уловлювання та переробки хімічних продуктів коксування широко поширена десорбція летких компонентів з води гострою парою на дистиляційних колонах. Зазвичай пари після колони прямують у газопровід коксового газу (до або після первинного охолодження газу).

Істотним недоліком цього способу є значне збільшення обсягу стічних вод за рахунок усієї кількості використаної енергетичної гострої пари, яка вже у вигляді забрудненого конденсату (стоку з дистиляційної колони і конденсату коксового газу по всьому тракту від точки подачі парів до споживача газу) прямує у фенольну каналізацію.

У коксохімічному виробництві використовували також адсорбційні методи очищення стоків (в основному від смолистих та завислих речовин) із застосуванням як сорбенти кварцового піску, коксу, але ці методи мають серйозні технологічні недоліки (пов'язані в основному з регенерацією сорбенту) і широкого поширення не отримали.

1.3 Сутність біохімічного очищення стічних вод коксохімічних виробництв

Біохімічне окислення - метод очищення виробничих стічних вод, який широко застосовується на практиці. Головним діючим початком при біохімічному очищенні є мікроорганізми, які використовують як живильні

речовини та джерела енергії розчинені органічні та неорганічні сполуки. З них мікроорганізми беруть все необхідне для розмноження, збільшуючи активну біомасу.

Забруднюючі стічні води речовини за їх аеробного біохімічного очищення, окислюються активним мулом, що являє собою біоценоз, рясно заселений мікроорганізмами. Активний мул руйнує органічні та неорганічні сполуки у спеціальних спорудах – аеротенках – в умовах аерації повітрям стічної води та мулу, що знаходиться завдяки аерації у зваженому стані. У процесі очищення мікроорганізми активного мулу, контактуючи з органічними та неорганічними речовинами стічних вод, руйнують їх за допомогою різних ферментів. Для створення протоплазми клітин мікроорганізмів потрібні біогенні елементи: вуглець, азот, кисень, водень, фосфор, калій, залізо, магній і різні мікроелементи. Багато хто з цих елементів бактеріальна клітина може почерпнути із забруднень стічних вод коксохімічного виробництва. Відсутні елементи, найчастіше фосфор і рідше калій, доводиться додавати в стічної води, що очищається, у вигляді ортофосфорної кислоти і солі (марганцевокислий калій).

Для нормального процесу синтезу клітинної речовини, а отже, і для ефективного процесу очищення стічної води в середовищі повинна бути достатньо концентрація всіх основних біогенних елементів, яка для стічних вод коксохімічного виробництва визначається співвідношенням:

$$\text{БПК повний: N: P} = 100:5: 1, (2)$$

де БПК-повна біологічна потреба в кисні, мг О/л; - концентрація азоту, мг/л;

P – концентрація фосфору, мг/л.

Спосіб біохімічного очищення зазвичай застосовується для очищення промислових стічних вод після обробки їх фізико-хімічними методами, за

допомогою яких з вод видаляються токсичні речовини, що не піддаються біологічному руйнуванню і знижується концентрація забруднень. Можливість біохімічної очистки стічних вод визначається співвідношенням БПК повного до ГПК, яке має бути менше 0,4.

До переваг методу біохімічного очищення відноситься здатність руйнувати різні класи органічних сполук, однак, ряд органічних сполук не піддаються біохімічному окисленню. Окремі органічні сполуки розпадаються, але продукти розпаду не окислюються до вуглекислого газу та води. Ці продукти розпаду можуть бути навіть більш токсичні, ніж вихідні речовини. Іноді біохімічне окиснення неможливе через високу концентрацію забруднень у стічній воді, що надає токсичний вплив на мікроорганізми.

Біохімічний розпад тієї чи іншої речовини залежить від низки хімічних та фізичних факторів, як, наприклад, наявності функціональних груп у молекулі, величини молекули та її структури, розчинності речовини, утворення проміжних продуктів та їх взаємодії та інших. Утворення проміжних продуктів обумовлюється також біологічними факторами - складністю обмінних процесів у клітинах мікроорганізмів, варіабельністю штамів бактерій, впливом середовища проживання і тривалістю адаптації мікроорганізмів.

Розглянемо літературні дані про зв'язок структури деяких речовин, що містяться в стічних водах коксохімічного виробництва, та їх здатність до біохімічного розпаду. Експериментально доведено, що бензол у незначній мірі окислюється мікроорганізмами, похідні його з короткою метою, наприклад, толуол, розкладаються трохи легше. Двохатомні феноли успішно окислюються адаптованим комплексом бактерій, причому пірокатехін вдвічі швидше, ніж резорцин. Найбільш важко окислюється гідрохіноном. При окисненні багатоатомних фенолів утворюються пофарбовані хіноїдні сполуки. Можливість біохімічного окиснення фенолу відома вже давно. У Радянському Союзі для очищення від фенолу стічних вод коксохімічного виробництва з 1952

року використовується бактеріальний комплекс - фенолруйнівні мікроорганізми, виділені із ґрунту коксохімічного заводу Київським інститутом загальної та комунальної гігієни (Путіліною Н.Т. із співробітниками). Застосувавши цей комплекс для збагачення активного мулу, що наростає під час очищення фенольної стічної води в аеротенках, Київський інститут загальної та комунальної гігієни та Гіпрококс назвали метод очищення «мікробним». Ця умовна назва вживається і до теперішнього часу, хоча по суті це біохімічне очищення активним мулом, збагаченим фенол-і роданруйнівними мікроорганізмами.

Роботами багатьох дослідників встановлено послідовність руйнування фенолу мікроорганізмами і виділено проміжні продукти, що утворюються при цьому. Біохімічне окиснення фенолу йде стадійно через пірокатехін, цис-цис-муконову кислоту, лактон, β – кетoadипінову кислоту, бурштинову кислоту, оцтову кислоту. Кінцевими продуктами біохімічного окиснення фенолу є вуглекислий газ та вода.

У стічних водах коксохімічного виробництва містяться роданіди. Дослідження показали, що біохімічне окиснення останніх роданруйнуючими мікроорганізмами йде з утворенням іонів амонію і сульфату. Ефективність біохімічного очищення залежить від низки факторів, основними з яких є: температура, реакція середовища (рН), кисневий режим, наявність біогенних елементів та токсичних речовин, рівень живлення.

Оптимальною температурою, при якій добре розвиваються фенол-і роданруйнуючі мікроорганізми, є 30-35°C. Активна життєдіяльність цих мікроорганізмів зберігається за 20-40°C. Якщо температурний режим відповідає оптимальному, то зростання культури, і навіть швидкість обмінних процесів у клітині помітно нижче розрахункових значень. Найбільш несприятливий вплив в розвитку культури надає різке зміна температури. При аеробному очищенні негативний вплив підвищеної температури посилюється ще внаслідок

відповідного зменшення розчинності кисню. Концентрація водневих іонів (рН) істотно впливає розвиток мікроорганізмів. Фенол-і родонруйнівні мікроорганізми найкраще розвиваються в середовищі з рН 6,5-8,0. Відхилення рН за межі 6 - 9 спричиняє зменшення швидкості окислення внаслідок уповільнення обмінних процесів у клітині, порушення проникності її цитоплазматичної мембрани та ін., що призводить до погіршення біохімічного очищення. При рН нижче 5 та вище 10 відбувається загибель мікроорганізмів. Якщо значення температури і рН виходять за межі оптимальних і особливо допустимих величин, необхідно коригувати ці параметри в стічних водах, що надходять на біохімічне очищення. У фенольних стічних водах коксохімічного виробництва міститься значна кількість аміаку та солей амонію; незначна кількість амонійного азоту споживається в процесі життєдіяльності фенол-і родон-руйнівних мікробів, але одночасно при окисненні роданідів з азоту роданід-іонів утворюється додаткова кількість амонійного азоту. За існуючими нормами скидання стічних вод у міську каналізацію для доочищення на міських очисних спорудах вміст амонійного азоту в очищених фенольних водах на 2 і більше порядків вищий за допустимий.

Повне біохімічне очищення стічних вод від амонійного азоту включає дві стадії: нітрифікацію - окислення амонійного азоту під дією бактерій, що нітрифікують в присутності кисню повітря спочатку до нітритів, а потім до нітратів; денітрифікацію - відновлення нітритів та нітратів під дією комплексу денітрифікуючих бактерій у присутності необхідної кількості органічних сполук. Процес нітрифікації успішно протікає за рН 7-9; при окисненні амонійного азоту до нітритів відбувається утворення кислоти (з двох молей азоту по реакції утворюється чотири молячи водневого іона), яку необхідно нейтралізувати для нормального перебігу процесу нітрифікації. При денітрифікації відбувається утворення гідроксильного іону (за реакцією при відновленні двох молей нітратів до атомарного азоту виділяється два

гідроксильні іони PRO H-), тобто деяка компенсація втраченої при нітрифікації лужності води. Тому для зменшення витрати лужних агентів на стадії нітрифікації необхідно організувати процес очищення таким чином, щоб максимально використовувати лужність, що утворюється на стадії денітрифікації. При денітрифікації можна виключити подачу кисню повітря або залишити її в незначній кількості, оскільки денітрифікуючі бактерії використовують кисень, пов'язаний з нітритами та нітратами. За даними ВУХІН при денітрифікації вміст кисню у воді не повинен перевищувати 0,1 мг/л.

Як органічне харчування на стадії денітрифікації запропонований ряд легкоокислюваних органічних сполук, а також надлишковий активний мул або частина неочищеної фенольної води. У процесі споживання мікроорганізмами поживних речовин, що містяться в стічних водах, в мікробній клітині протікають два взаємопов'язані і одночасно процеси, що відбуваються - синтез протоплазми і окислення органічних речовин. У процесі окиснення клітини споживають кисень, розчинений у стічній воді. В аеробних біологічних системах подача повітря (а також чистого кисню або повітря, збагаченого киснем) має забезпечувати постійну наявність у воді розчиненого кисню не нижче 2 мг/л. Система аерації забезпечує також перемішування води та постійне підтримування мулу у зваженому стані. У технічній літературі за міру рівня харчування приймають величину вагового навантаження по забрудненням у розрахунку на 1 м³ очисної споруди, або на 1 г сухої біомаси, або на 1 г беззольної частини біомаси. У практиці оцінки очисних споруд коксохімічних підприємств оперує, в основному, величиною добового навантаження за окремими забрудненнями та за ГПК на 1 м³ аеротенку, яку прийнято називати окисною потужністю споруди. Зазвичай цю величину виражають у кілограмах кисню на 1 м³ на добу (кг/м³ на добу).

Токсичну дію на біохімічне окиснення можуть мати як органічні, так і неорганічні сполуки, а також метали. Внаслідок токсичної дії речовин

затримується зростання та розвиток мікроорганізмів або вони гинуть. У стічних водах коксохімічного підприємства міститься велика кількість речовин, які гальмують розвиток мікроорганізмів, а деякі можуть призвести до їхньої загибелі.

Негативний вплив на процес біохімічного очищення стічних вод надає підвищена мінералізація стоку. Верхньою межею мінералізації виробничих стічних вод, що надходять в аеротенки, вважається вміст солей у кількості 10 г/л. Різкі коливання у мірі мінералізації несприятливо відбиваються якості очищеного стоку. Осмотичний шок, що викликається мінеральними солями, призводить до виділення органічної речовини з клітин мулу, що веде до порушення окисних процесів. Низькі гідравлічні навантаження та високі концентрації активного мулу роблять менш помітним вплив підвищених концентрацій солей на ефективність роботи аеротенків. Найважливішими факторами формування біоценозу мулів біохімічних установок є склад стічних вод, що очищаються, і величина навантаження на мул. Дія інших факторів – температури, перемішування, концентрації розчиненого кисню – практично не змінює якісного складу мулів, але впливає на кількісне співвідношення різних груп мікроорганізмів. Основними факторами, що впливають на тривалість процесу біохімічного очищення, є концентрація забруднень, необхідний ступінь очищення, хімічна природа забруднення і концентрація активного мулу.

Для проектування біохімічних установок коксохімічних підприємств зазвичай приймається наступний склад стічних вод, що надходять в аеротенки (мг/л): феноли 400, роданіди 400, ціаніди 20, загальні олії 35, аміак леткий до 250, аміак загальний 50. води за основними забрудненнями при проектуванні сучасних біохімічних установок (мг/л): феноли 0.5 - 2; роданіди 1-3; ціаніди до 5, загальні олії 10-20, ГПК 300-500. Загальна забрудненість стічних вод до і після очищення досить повно характеризується аналітично визначається величиною ГПК (хімічної потреби в кисні для окислення). Для біохімічного

окиснення речовин узагальнюючим показником зазвичай є величина БПК (біологічної потреби в кисні), яка визначається експериментально при біохімічному окисненні речовин протягом 5-ти діб - БПК₅, 20-ти діб - БПК₂₀ або БПК_{пов}. У фенольних стоках коксохімічного виробництва більшість забруднень біохімічно важко окислюється, тому цих вод найбільш показова величина ГПК. Певне уявлення про деякі речовини в стічних водах коксохімічного виробництва дають літературні дані про питомі значення ГПК окремих речовин (мг О/мг речовини), а також про співвідношення БПК і ГПК - чим воно нижче, тим легше відбувається біохімічне окислення речовини.

Таблиця 3. ГПК та співвідношення БПК та ГПК у стічних водах коксохімічного виробництва

	ХПК мг О/мг речовини	БПК/ХПК %
фенол	2.38	46.2
о-, м-, п- крезолы	2.52	62
пірокатехін	1.89	77.8
резорцин	1.89	79.4
гідрохінон	1.89	40
бензол	3.07	37.4
толуол	1.87	58.8
ксилол	3.17	30.9
піридин	2.43	60.5
хінолін	1.97	71.2
індол	3.07	91
роданіди	1.55	не визнач.
цианіди	0.59	
формальдегід	1.07	67.3
коксохімічні загальні олії	4.1	

Оптимальна доза активного мулу рекомендується 3 г/л (при 2-годинному часі відстоювання очищеної води у вторинному відстійнику).

Підвищуючи дозу активного мулу в аеротенках, слід мати на увазі, що при високій концентрації біомаси (на практиці можна підтримувати 5-6 г/л) не зберігається пряма пропорція між концентрацією мулу та швидкістю окиснення

забруднень. Швидкість біохімічного окиснення зменшується при підвищенні початкової дози мулу через погіршення живлення окремих клітин. Стічні води різних підприємств можуть відрізнятися за змістом окремих забруднень, отже, необхідно експериментально визначати оптимальну концентрацію активного мулу кожної біохімічної установки.

При двоступінчастому очищенні стічних вод на першому ступені (збезфенолуванні) активний мул (точніше - біомаса) зазвичай дрібнодисперсний, що погано відстоюється, тому для підтримки необхідної концентрації біомаси в аеротенці в них здійснюється повернення очищеної води (до 50% і більше) зі збірки знесфенолених вод.

На другому ступені очищення (знероднення) утворюються пластівці активного мулу, що добре осідають (за рахунок збагачення біомаси найпростішими мікроорганізмами, які є індикатором досить глибокого очищення). Повернення згущеного активного мулу з вторинних відстійників технічно має бути організоване таким чином, щоб не руйнувати пластівці активного мулу (тому переважно повернення проводити за допомогою ерліфтного, а не відцентрового насоса). Доцільно перед подачею повернення мулу в аеротенк спрямовувати його через спеціальну ємність з аерацією стисненим повітрям (регенератор мулу). Підвищення концентрації активної біомаси в аеротенках можна здійснювати переобладнанням їх у біотенки, тобто заповнення частини об'єму аеротенка нерухомо закріпленим пористим матеріалом (на якому наростає і закріплюється біоплівка), або використанням плаваючим в об'ємі аеротенка твердим сорбентом (біосорбційна).

Різкі коливання концентрації забруднень, що надходять зі стічною водою, призводять до порушення біохімічного очищення. Щоб компенсувати ці коливання, біохімічні установки обладнуються посередниками. Стабілізувати, а також підвищити глибину очищення стічних вод дозволяє переобладнання усереднювачів в передаеротенки: в усереднювачі подається очищена стічна

вода з активним мулом у кількості 10 -20 % від фенольної води, що надходить, і дещо збільшується кількість стисненого повітря, що подається для перемішування води в усереднювачі - до 3 /м³ стічної води, що надходить. Невелике розведення вихідної води, що відбувається в передаеротенці очищеною водою, також сприятливо впливає на подальше біохімічне очищення. Досвід експлуатації показав, що в передаеротенці окислюється 25-30% фенолів, що поступають, істотно зменшується негативний вплив залпових скидів на життєдіяльність активного мулу в аеротенках.

Ефективність біохімічної очистки багато в чому визначається конструкцією аераційних систем. На вітчизняних біохімічних установках випробувано різні аераційні системи: пневматична, пневмомеханічна, механічна. Вибір аераційної системи повинен ґрунтуватися на порівнянні їх ефективності, продуктивності по кисню, ступеня використання кисню повітря, а також оцінці експлуатаційних переваг і недоліків. Крім того, для забезпечення досить повного біохімічного очищення аераційна система повинна забезпечувати також хороше перемішування порівняно великих кількостей активного мулу, а при значному обсязі аераційних споруд не викликати переохолодження стічної води (це особливо значуще при окисленні роданідів).

Пневматична аерація через перфоровані металеві або пластмасові труби (середньопухирчата система аерації) дає дуже низький коефіцієнт використання кисню повітря - близько 2%; крім того, підтримання активного мулу у зваженому стані недостатньо задовільний. Досить високі окисні здібності (тобто кількість кисню, що вноситься в одиницю часу) та ступінь використання киснюповітря відзначено при застосуванні пневмомеханічної системи аерації. Однак складність експлуатації цих систем (пов'язана, зокрема, з важкими умовами роботи електродвигунів та редукторів у парах води та хімзабруднень над аеротенком) була основною причиною того, що вони не набули поширення. Крім того, застосування механічного поверхневого аератора

викликає суттєве зниження температури води, що очищається, що неприпустимо в зимовий час, особливо на заводах України. Сучасні біохімічні установки на коксохімічних заводах – досить потужні споруди. З урахуванням кліматичних умов, експлуатаційних витрат на обслуговування та ремонт, можливостей управління процесом біохімічного очищення найбільш доцільно споруджувати центральну повітродувну станцію, а як аераційну систему використовувати ерліфтні аератори, які одночасно забезпечують гарне перемішування рідини в аеротенці. Перші випробування ерліфтною системи аерації, проведені в 70-х роках Несмашним на Криворізькому коксохімічному заводі, показали безумовні переваги системи аерації. У наступні роки завдяки систематичним дослідженням та розробкам, проведеним у ВУХІНІ (В.Г. Плаксіним, В.М. Кагасовим, А.В. Говорковим, А.В. Путіловим, І.В. Піменовим та ін.) була створена оптимальна система ерліфтною аерації, яка забезпечує ефективну аерацію при високих навантаженнях по стічній воді та повітрі, інтенсивне перемішування рідини та необхідні придонні швидкості рідини в ємностях великого об'єму. Ступінь використання кисню повітря б залежно від навантаження повітрям на аератор і рівня рідини в ємності становить 10-25%. Основні технічні характеристики системи для варіанта установки в аеротенці об'ємом 400 м³ та рівні рідини 4 м: витрата повітря 2000 (і більше) м³/год, кількість аераторів 45-70, діаметр аераторів 0,5 - 0,3 м, висота аератора 1- 2 м, наведена швидкість рідини в аераторі 1,5 - 2,5 м/с, придонні швидкості рідини більше 0.3 м/с, кратність циркуляції не менше 50 л/год, коефіцієнт використання кисню 20-25%, кількість кисню, що вноситься 120- 150 кг/год, ефективність аерації 2.35 – 2.95 кг кисню/квт.год, перепад тиску на газорозподільному пристрої 1000-1500 Па, розміри бульбашок не більше 6 мм. На більшості біохімічних установок, що діють, найбільш поширена в даний час ерліфтна система аерації з коефіцієнтом використання кисню 12%. Практичний досвід роботи показав, що висота аератора повинна бути на 0,3 м нижче за рівень води

в аеротенці, щоб запобігти утворенню хвилі.

При експлуатації аеротенків у них спостерігається утворення великої кількості піни. Причиною утворення стійких пін є присутність у стічних водах поверхнево-активних речовин та стабілізаторів піни: тонкодисперсних порошків коксу, пеку; рідких полімерів; компонентів кам'яновугільної смоли, що входять у нерозчинні в толуолі речовини. Стабілізатором піни є також дрібнодисперсний активний мул. У міру укрупнення активного мулу його стабілізуючий вплив на піну знижується. Гідравлічний спосіб гасіння піни малоефективний для аеротенків з великою поверхнею, так як важко забезпечити розподіл води рівномірно по всій поверхні, до того ж велика кількість води, що подається для гасіння піни, порушує нормальний процес очищення. Найбільш ефективно використовувати аеротенки з перекриттям і підзводним простором заввишки до 2 м: при цьому пенс руйнується стічною водою, що надходить, і очищеною водою, що повертається з вторинного відстійника. Практика показала, що висота шару піни вбирається у 1,5 - 2 м. Наявність перекриття аеротенка дозволяє здійснити організований викид відпрацьованого повітря та реалізувати заходи щодо очищення його від шкідливих викидів в атмосферу. Інженерне оформлення схеми біохімічного очищення принципово змінилося за два останні десятиліття: подача води в аеротенки проводиться насосами, а не самопливом, це полегшує регулювання гідравлічних навантажень, контроль витрат, що дозволяє в процесі експлуатації змінювати напрямок потоків з найменшими витратами; з'явилися і добре зарекомендували себе металеві аеротенки в надземному виконанні (це зокрема виключає забруднення навколишньої території за рахунок нещільностей споруд, характерних при спорудженні аеротенків зі збірного залізобетону).

При проектуванні біохімічних установок прийнято такі основні розрахункові залежності (їх необхідно також використовувати в процесі експлуатації при аналізі роботи установки): Об'єм аеротенків 1-го та 2-го

ступенів (V) визначається на основі окисної потужності по фенолам і роданідам відповідно (мЗ)

$$V = \frac{L \cdot (C_1 - C_2) \cdot 24}{OM \cdot 1000} \quad (3)$$

де: L – кількість стічної води, мЗ/год;

C1 та C2 - концентрації окислюваної речовини відповідно до та після очищення, мг/л;

OM - окисна потужність аеротенку (в кг речовини, що окислюється, на 1 мЗ аеротенка на добу).

Окисна потужність залежить від вихідної концентрації речовини, складу стічних вод, ефективності аерації та інших факторів; визначається експериментально. Для стічних фенольних вод коксохімічних підприємств окисна потужність по фенолам знаходиться в межах 0,6-1,2; для роданідів 0,6 – 0,4 (тобто у 2 – 3 рази нижче, ніж для фенолів).

Витрата повітря в аеротенки (Qв) розраховується за формулою (в нмЗ/год):

$$Q_v = \frac{L \cdot (XPK_1 - XPK_2) \cdot 100 \cdot K_1}{0.21 \cdot 1.429 \cdot 0.8 \cdot \psi}$$

де: L – кількість стічної води, мЗ/год;

XPK1 і XPK2 – окислюваність стічної води відповідно до та після очищення (мг О/л води);

K1 – коефіцієнт запасу (зазвичай приймають 1,2 – 1,25);

0,21 - об'ємна частка кисню повітря;

0,8 - коефіцієнт використання розчиненого кисню для окиснення забруднень;

0,429 - щільність кисню за нормальних умов (кг/нмЗ);

ψ - коефіцієнт використання кисню повітря даної системи аерації (%).

2 ТЕХНОЛОГІЧНІ СХЕМИ БІОХІМІЧНИХ УСТАНОВОК

2.1 Загальні схеми біохімічних установок на коксохімічних підприємствах України

На вітчизняних коксохімічних підприємствах для очищення стічних вод застосовуються біохімічні установки, що мають у своєму складі відділення попереднього (механічного) очищення та біохімічного очищення. Відділення попереднього очищення призначене для вилучення зі стічних вод смол та масел відстоюванням та флотацією. Відділення біохімічного очищення стічних вод призначене для біохімічного окиснення фенолів, роданідів та ціанідів. Очищення здійснюється в одну чи дві стадії. На першому ступені проходить очищення від фенолів та частково від ціанідів. На другий - від роданідів та ціанідів. Роботами Вухіна (на Авдіївському коксохімічному заводі в 1967 році) та Ухіна була показана можливість одноступінчастої біохімічної очистки стічних вод від фенолів і роданідів. Проте ВУХІНом одноступінчасте біохімічне очищення не було рекомендовано до впровадження через неможливість забезпечення її стабільної роботи в реальних умовах чинного коксохімічного підприємства - при постійних значних коливаннях складу та кількості стічних вод, вплив яких суттєво по-різному при біохімічних процесах знесфенолювання та знероднення. В даний час тільки на окремих біохімічних установках, коли не потрібно очищення стічних вод від роданідів, біохімічне очищення здійснюється в один щабель. Принципова технологічна схема сучасної біохімічної установки для очищення стічних вод коксохімічного виробництва наведена у додатку А.

Стічна вода фенольної каналізації надходить у збірник 1, звідки насосом 2 подається в преаератор 3 де її аерує повітрям. З преаератора стічна вода надходить у первинні відстійники 4 для очищення від смол. У первинних відстійниках також видаляється частина легенів, що спливають на поверхню. З

первинних відстійників стічна вода подається для остаточного знемаслювання на двоступінчасту реагентну флотацію.

На ряді установок перший ступінь - флотаційний масловіддільник безнапірного типу (імпелерний) 5, другий ступінь - напірний флотатор 6. На новітньоозбудованих установках обидві ступені знемаслювання - напірні флотатори. Як реагент в даний час використовують сірчаноокисле закисне залізо. Зазвичай у технологічній схемі передбачена можливість подачі реагенту також перед первинними відстійниками. Для інтенсифікації процесу знемаслювання рекомендується до води, що очищається, додавати очищену воду з мулом у кількості, приблизно, 5% від витрати води. Очищені від смол і масел стічні води надходять у усереднювач -передаеротенк 7.

Впровадження на діючих біохімічних установках рекомендацій ВУХІНа по переобладнанню усереднювачів в передаеротенки, тобто використання їх для усереднення та попередньої біохімічної очистки стічних вод від фенолів, дозволило підвищити глибину очищення стічних вод, а в окремих випадках здійснювати очищення від роданідів. Надлишкова надсмольна вода надходить у збірник 8, потім подається насосом в холодильники типу «труба в трубі» (або кожухотрубчасті холодильники) 9 і після охолодження до 19°C (в літній час) в преаератор 3. Є досвід зниження температури надсмольної води в повітряних апаратах охолодження. У разі хорошого очищення від смолистих речовин надлишкової надсмольної води в аміачно-обесфеноливаючому відділенні цеху уловлювання вона після охолодження може подаватися безпосередньо в усереднювач - передаеротенк 7. Усереднена і попередньо біохімічно оброблена в усереднювачі стічна вода насосом подається в аеротенки першої ступені очищення 11 для підтримки оптимальної для біохімічного окиснення фенолів та роданідів температури 30-35 °. Стічна вода перед надходженням в аеротенки першого ступеня при необхідності охолоджується або підігрівається в кожухотрубчастому теплообміннику 10.Стічна вода,що пройшла очищення в

аеротенках першого ступеня надходить у відстійник 12, який може бути вбудованим в аеротенки, і за тим в аеротенк другої ступіні 13.3 відстійника 12 здійснюється повернення активного мулу з очищеною водою в кількості 50% від очищуваної на установці стічної води: у усереднювачі - передаеротенки (10-20%) та в аеротенки першого ступеня (30-40%).

Стічна вода після очищення в аеротенках другого ступеня надходить у вторинні відстійники, звідки освітлена вода переливається в збірник 15, а активний мул, що відстоявся, з очищеною водою в кількості до 50% насосом повертається в аеротенки другого ступеня. Періодично надлишковий активний мул передається на знищення у спеціальній установці термознешкодження або з очищеною стічною водою на гасіння коксу. Очищена стічна вода зі збірки 15 прямує на гасіння коксу, або на міські очисні споруди для доочищення з господарсько-побутовими водами.

Стиснене повітря, що використовується для аерації стічної води в аеротенках першого та другого ступенів очищення та в усереднителях - предаеротенках, подається від повітродувки. Подача біогенної добавки - розчину ортофосфорної кислот проводиться в усереднювач - предаеротенк.

У складі біохімічної установки є також насосні для перекачування стічної води, резервні (регулюючі) ємності, ємності для зберігання, приготування та дозування ортофосфорної кислоти та сірчанокислового заліза, установка для термічного знешкодження надлишкового активного мулу. При пуску біохімічної очистки, а також на випадок отруєння активного мулу в аеротенках на установці є ємності для розведення фенол і родан - мікроорганізмів, що руйнують (розплідники).

Основні відмінності біохімічних установок – в оформленні відділення біохімічного очищення. На малюнку 2 наведено основні схеми, що застосовуються на вітчизняних установках.

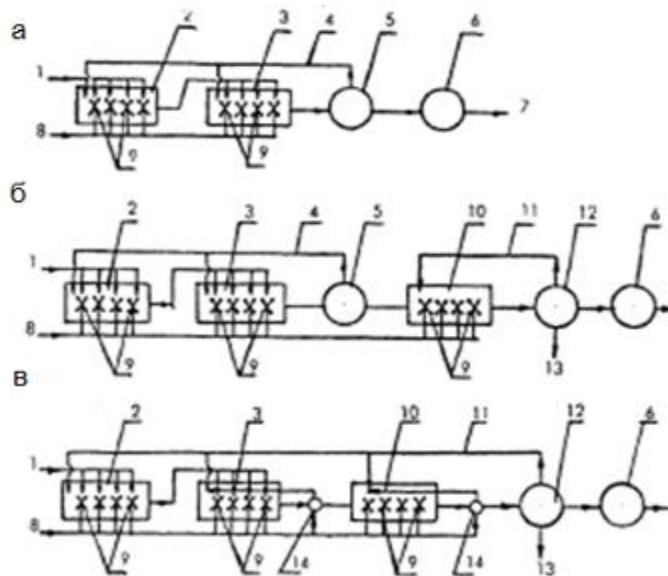


Рисунок 2 – Схеми біохімічного очищення:

а - одноступінчасте біохімічне очищення від фенолів,

б - двоступінчасте біохімічне очищення з поверненням активного мулу за ступеннями очищення,

в - двоступінчасте біохімічне очищення з поверненням активного мулу після другого ступеня очищення.

1 - стічна вода після попереднього очищення; 2 - усереднювач - передаеротенк; 3 - аеротенк першого ступеня очищення; 9 – аератори, 10 – аеротенк другого ступеня очищення, 11 – повернення активного мулу, 12 – вторинний відстійник, 13 – надлишковий активний мул, 14 – муловідділювач.

На схемі «а» показано одноступінчасте біохімічне очищення стічної води від фенолів. Стічна вода після попереднього очищення надходить у усереднювач - передаеротенк 2, та потім в аеротенк 3, де відбувається очищення її від фенолів. Очищена стічна вода з активним мулом надходить у відстійник 5 і звідти до збірки 6. З відстійника в усереднювач - передаеротенк здійснюється повернення очищеної стічної води, збагаченої фенолруйнівними мікроорганізмами. Після одноступеневого біохімічного очищення активний мул дрібнодисперсний, тому не виділяється у відстійнику та його утилізація не

потрібна. Зі збірки очищена вода з активним мулом, що не відстоявся, подається на гасіння коксу або на міські очисні споруди. Очищення стічної води за одноступінчастою схемою проходить до залишкового вмісту фенолів летких 1-2 мг/л.

На схемі «б» біохімічного очищення додається аеротенк другого ступеня 10 і вторинний відстійник 12. У цьому випадку надлишковий активний мул відстоюється у вторинному відстійнику і повертається зі очищеною стічною водою в аеротенк другого ступеня. Періодично надлишковий активний мул виводиться із системи та знищується.

Очищена стічна вода, крім утилізації під час гасіння та передачі на міські очисні споруди, може використовуватися для поповнення оборотних циклів технічного водопостачання.

На схемі «в» біохімічної очищення представлений варіант, коли повернення очищеної води з мулом проводиться з муловідділювачів 14, встановлених після аеротенків першого і другого ступенів очищення і, крім того, здійснюється повернення активного мулу з вторинного відстійника 13 в усереднювач-передааеротенк 2, аеротенк першого ступеня 3 і аеротенк другого ступеня 10. При біохімічному очищенні за схемою «в» також потрібне знищення надлишкового активного мулу.

Очищення стічної води при двоступінчастих схемах проходить до залишкового вмісту (мг/л) фенолів 0,5 - 2 роданідів до 3 і ціанідів до 5. У практичній роботі істотної різниці у якості очищення стічної води при двоступінчастих схемах «б» або «в» немає.

3 ВОДООЧИЩЕННЯ АДІЇВСЬКОГО КОКСОХІМІЧНОГО ЗАВОДУ

3.1.Водовідведення та водоспоживання Авдіївського коксохімічного заводу.

Авдіївський КХЗ відноситься до крупних підприємств – водоспоживачів і має у своїй структурі цех водопостачання. На заводі є системи госпитного та виробничого водопостачання. Для забезпечення своїх потреб у воді підприємство має розвинену систему водопостачання:

- Питного водопостачання – 24,7 км, з них 7,5 км діаметром 500 мм від Авдіївського ВУВКГ, решта діаметром від 50-100 мм до 200 мм;
- Технічного водопостачання – 43,8 км, з них 23 км діаметром 630 мм від Південно-Донбаського водогону, решта внутрішньозаводські мережі діаметром від 50-100 мм до 400 мм;
- Оборотногo водопостачання – 12,5 км, в основному, діаметром 500-1200 мм;
- Повторного водопостачання від ставка-накопичувача – 4 км діаметром 426 мм.

Стан трубопроводів в основному, задовільний. Знос трубопроводів питної води сягає 50%.

Джерелом госпитного водопостачання заводу є трубопровід діаметром 800 мм Авдіївського ВУВКГ КП «Компанія «вода Донбасу», з якого вода трубопроводу діаметром 500 мм та довжиною 7500 м подається на завод і потрапляє до 3 заводських резервуарів (2 об'ємом по 800 м³ і 450 м³). Із резервуарів забезпечується госпитне і поживне водопостачання заводу. Питна вода використовується тільки для госпитних потреб.

У якості резерву можуть використовуватися два старих водовода діаметром по 200 мм кожний.

Облік забору питної води здійснюється держповіренним комплексом ИРКА, встановленим біля автобусної зупинки «вул.Некрасова».

Джерелом технічного водопостачання заводу для виробничих потреб є Південно-Донбаський водогін Донецького РВУ КП «Компанія « Вода Донбасу», до якого вода забирається із каналу « Сіверський Донець-Донбас».

Подача технічної води на завод здійснюється від насосної станції І підйому ПДВ по двох трубопроводах діаметром 630 мм загальною довжиною 23 км. На водозаборі встановлено два витратомірних комплекси ІРКА (ліва і права нитки). Запас технічної води на заводі забезпечується у чотирьох резервуарах об'ємом по 3 тис.м³ кожний. Резервним джерелом технічного водопостачання є Верхньо-Кальміуське водосховище КП « Компанія « Вода Донбасу».

Об'єми забору технічної води за останні 5 років складали біля 5,0-5,5 млн. м³/рік. Технічна вода на заводі використовується на потреби ТЕЦ (виробництво пару та тепла), на поповнення оборотних циклів водопостачання та інші потреби (охолодження підшипників, насосів, повітрядувок, повітрякомпресорних станцій №1,2, гідрозатвори, розчинний вузол РБЦ).

Об'єми використання технічної води пов'язані із обсягами виробництва продукції та обсягами води в системах оборотного і повторного водопостачання.

Технічне водопостачання організовано по змішаній схемі: прямоточне і оборотне. По прямоточній схемі працюють вакуум-насоси, поживні насоси УСТК і ТЕЦ, повітрядувки, повітряохолоджувачі і маслоохолоджувачі ТЕЦ. Відпрацьована вода компресорних станцій, машзалів використовується для підживлення умовно-чистих водооборотних систем.

На заводі працюють 12 систем оборотного водопостачання загальною продуктивністю 292 млн. м³/рік, із яких 2 основних комплекси коксових батарей №1-6 та батарей №7-9. Потужність оборотного циклу №1-1700 тис. м³/годину, об'єм води в системі – 11500 м³. Вода в оборотних циклах використовується для охолодження теплообмінної апаратури технологічних

процесів коксохімічного виробництва. У складі оборотних циклів насосні станції №1,2,3 та 20 вентиляторних градирен: ВГ – 70 – 17 од, ВГ – 50 – 3 од. Економія свіжої технічної води за рахунок використання оборотних систем водопостачання сягає 98%, що є дуже високим показником.

Повторне використання води здійснюється за рахунок повернення води із ставка – накопичувача у обсязі 6-7 млн. м³/рік на технологічні потреби. Фактично ставок – накопичувач, який приймає після очистки на очисних спорудах всі стічні води і м. Авдіївка, а також дощові і талі води із території заводу, є другим основним джерелом технічного водопостачання підприємства і є складовою частиною систем оборотного водопостачання, оскільки вода використовується на підживлення втрат води в цих системах.

На замовлення підприємства Харківським інститутом «ДНПРОКОКС» у 2006 р. розроблені питомі технологічні нормативи використання технічної води по усіх основних виробництвах і технологічних процесах (СТ – 8101). У цілому , по технологічному комплексу виробництва кокса на 1 тн кокса необхідно біля 0,9 м³ « свіжої» технічної води (без переробних та інших цехів).

На балансі підприємства є свердловина №0621, яка розташована у 70 м від трамвайної колії у сквері у південній частині від проммайданчику заводу. Свердловиною вскрито водоносний горизонт берекської і новопетрівської свит, який представлено мілко та середньозернистими пісками.

На підприємстві також є 20 орендарів, які користуються питною водою із мереж АКХЗ.

Обсяг використання води іншими споживачами складає 9-13 тис. м³/ рік.

На ПАТ «АКХЗ» є чотири системи каналізації:

- Госппобутова
- Зливови
- Шламова

- Фенольна

а також 2 випуски зворотних вод: №1 – стічної води із ставка- накопичувача після очистки на спорудах біологічної очистки і №2 – дренажні води із шламонакопичувача.

На підприємстві є 68,6 км мереж каналізації, з яких 34,1 км – це самотливні колектори, а 34,5 км – напірні.

Довжина самотливних госпфекальних колекторів – 11,3 км, з яких половина діаметром 150мм, інші діаметром 200,250, 300 мм. Самотливні злизові колектори мають довжину 18,5 км діаметром від 150 до 1500 мм. Самотливні фенольні колектори мають довжину 4,4 км діаметром від 150 до 300мм.

Напірні злизові колектори мають довжину 28,6 км і діаметри 300,400 та 500 мм. Напірні фенольні колектори – 5,8 км і діаметр 200,250,300 мм.

- Госпобутова каналізація забезпечує збір госпобутових стічних вод різних об'єктів і структурних підрозділів заводу у збірники, звідки 8 насосними станціями по 2 колекторах перекачується на споруди біологічної очистки.
- Злизова каналізація приймає дощові, талі і дренажні води, воду від продувки оборотних циклів, котлів, а також умовно-чисті води, що утворюються у процесі виробництва та при випадкових переливах. Злизова каналізація запроектована і побудована таким чином, що виключає попадання цих вод у водні об'єкти. Стічні води по самотливних колекторах направляються у 3 зливних басейни об'ємом 12,20 та 40 тис. м³. Вода зі зливних басейнів відкачується насосами по трубопроводу діаметром 500 мм та довжиною 7600 м на позамайданчикові очисні споруди або у шламонакопичувач.
- Шламова каналізація була призначена для транспортування шламової води від ВПЦ – 1 у шламонакопичувач. Із вводом у експлуатацію відділення зневоднення шламова вода у шламонакопичувач по шламовій каналізації

подається виключно у непередбачуваних випадках у разі збоїв у технологічному процесі.

У теплий період року дренажна вода із шламонакопичувача збирається у ємність, з якої насосом перекачується назад у шламонакопичувач для підтримання рівня води з метою недопущення пилиння шламу. У зимній період насосна відключається із-за ризику перемерзання трубопроводу.

- Фенольна каналізація є основною і найбільш складною у експлуатації і призначена для збору, відводу усіх хімічно забруднених виробничих стічних вод та їх очистки на спорудах біохімічної очистки.

Фенольні води утворюються в процесі охолодження коксового газу (КГ) та переробки продуктів коксування в хімічних цехах. Джерелом вологи у КГ є волога шихти. В результаті охолодження КГ в первинних газових холодильниках утворюється газовий конденсат – аміачна вода, яка після переробки у сульфатному відділенні цехів уловлювання №1,2 представляє собою стічну воду.

В процесі уловлювання та переробки продуктів коксування в хімічних цехах утворюються технологічні води, які скидаються у фенольну каналізацію.

При транспортуванні КГ по трубопроводах утворюється конденсат, який через конденсатновідводники поступає у фенольну каналізацію.

В процесі уловлювання та переробки КГ в сульфатному, бензольному відділеннях цехів уловлювання та сіркоочистки утворюються такі стічні води:

- Брудний конденсат сульфатного відділення
- Після обезфенолювального скрубера
- Після доочистки газу
- Конденсат газу після бензольного відділення
- Сепараторні води бензольного відділення
- Конденсат газу після сіркоочистки

- Конденсат сірководородного газу

При поверненні КГ на опалення коксових батарей утворюється конденсат зворотнього коксового газу.

При зберіганні смоли, масел та інших продуктів у смолоперегонному цеху утворюються віджимні води (надсмольна та інші).

Усі фенольні води, що утворюються по системі фенольної каналізації напвляються на очистку на БХУ – 1 у цеху уловлювання №1 та на БХУ – 2 у цеху уловлювання №2, де очищаються від механічних домішок, смол, масел, фенолу та роданідів.

3.2 Загальна характеристика та опис технологічного процесу роботи очисних споруд Авдіївського коксохімічного заводу(АКХЗ)

Каналізаційні очисні споруди біохімічної очистки суміши господарчо-побутових та виробничих стічних вод Авдіївського коксохімічного заводу запроектовані Харківським інститутом "ВодоканалНДІпроект".Перша черга очисних споруд у 1961р.,друга-1975р.Перша черга очисних споруд введена в експлуатацію у 1964р.,друга-1976р.

Склад споруд 1 черги:

- 1.Решітка з ручною очисткою відбросів-1шт.
- 2.Пісколовка з круговим рухом стічних вод-2шт.
- 3.Первинні вертекальні відстійники-4шт.
- 4.Біокоагулятор-1шт.
- 5.Усереднювач виробничих стічних вод-1шт.
- 6.Аеротенки 3-х коридорні №1,2-2шт.
- 7.Вторинні вертикальні відстійники-6шт.
- 8.Мулоущільнювачі вертикального типу-2шт.

9.Метатенки-3шт.

10.Мулові майданчики №1,2-2шт.

11.Піскові майданчики-2шт.

12.Будівля насосно-компресорної станції-1шт.

13.Лабораторія-1шт.

14.Санітарно-побутовий корпус-1шт.

15.Склад сировини і реактивів-1шт.

16.Насосна станція сирого осаду-1шт.

17.Дренажна насосна станція-1шт.

18.Каскад біологічних ставків-1шт.

Склад споруд 2 черги:

1.Будівля мехочищення-1шт.

2.Горизонтальні пісколовки з круговим рухом стічних вод-2шт.

3.Первинні радіальні відстійники-2шт.

4.Аеротенки-змішувачі 3-коридорні №3,4-2шт.

5.Вторинні радіальні відстійники-2шт.

6.Лоток "Вентурі",для виміру витрат стічних вод-1шт.

7.Насосно-компресорна(розширення та реконструкція обладнання)-1шт.

8.Гараж на 2 автомашини-1шт.

9.Навіс для стоянки 3 автомашин-1шт.

10.Бункери для піску-1шт.

11.Мулові майданчики №3-7 -5шт.

12.Камери аерліфтів-1шт.

13.Трансформаторна підстанція-1шт.

14.Аераційне скидання очищених вод(форсунки)-1шт

Додаткові споруди:

- 1.Ставок-накопичувач з насосною станцією 1981р.
- 2.Механічне очищення(барабани-проціджувачі)1997р.
- 3.Аераційне скидання очищених вод(форсунки)1997р.
- 4.Установка отримання гіпохлориту натрію 2014-2015р.

Стічні господарсько-фекальні та виробничі води надходять на очисні споруди(за пректом) у кількості 33120м³/добу чи 1380м³/год з максимальною витратою 1968,0м³/год.Господарсько-фекальні води по самопливному колектору ДУ-900мм з м.Авдіївки потрапляють в будівлю механічного очищення у кількості 600м³/год.Сюди ж можливий варіант подачі зливневих стоків по напорному трубопроводу ДУ-300мм.Тут стічні води,що проходять через барабани-проціджувачі,визволяються від великих відбросів,а далі,розділившись на два потіка у відношенні 40% та 60%,надходять на пісколовки відповідно першої та другої черги.У пісколовках затримуються в основному речовини мінерального походження.Один раз на чотири дні,за необхідності,пісок,що скопичується,направляється з бункерів у вигляді піскопульпи на піскові майданчики.Робочою рідиною для гідроелевації є освітлена вода,що подається з первинних вертикальних відстійників чи ж з біокоагулятора.На піскових картах пісок зневоднюють до вологості 60% та по мірі необхідності(1-2 рази на рік) вивозять за межі водоочисних споруд,а дренажні води надходять в дренажну насосну станцію та перекачуються в лоток перед пісколовками на повторне очищення.Після пісколовок стоки,за необхідності,направляються на первинні вертикальні відстійники.Разом з тим,на очисні споруди на усереднювач подаються фенольні води з БХУ-2 по напорному колектору ДУ-300мму кількості 240м³/год,зливневі стоки по трубопроводу ДУ-300мм у кількості 400м³/год та господарсько-побутові води у кількості 140м³/год.За рахунок повітряного барботажу в усереднювачі відбувається якісне та кількісне усереднення стоків.Потім суміш даних стоків розділяється на два потоки у відношенні 60% та 40%,один з яких йде на

пісכולовки другої черги (№3,№4) та далі на первинні радіальні відстійники,другий-на біокоагулятор.У біокоагуляторі за рахунок подачі надлишкового активного мулу йде попередня підготовка стоків(додаткове уловлювання завислих речовин)перед їх подачею в аеротенк.Після біокоагулятора фенольні стоки змішуються у лотку з фекальними стоками,які надійшли з первинних вертикальних відстійників,а далі на аеротенки першої черги.У первинних відстійниках першої та другої черги відбувається випадання основної маси завислих речовин за рахунок 1,5годинного відстоювання та освітлення.Видалення сирого осаду з біокоагулятора,вертикальних та радіальних первинних відстійників проходить один раз на добу(у денну зміну).З вертикальних відстійників осад за рахунок гідростатичного стовпа самопливом видаляється на мулові майданчики.З радіальних відстійників осад насосами перекачується у мулоущільнювач,де проходить його зневоднення.Освітлена вода надходить на аеротенки першої черги,ущільнений осад самопливом надходить на мулові майданчики.На мулових майданчиках він зневоднюється до 60% вологи та у міру скопчення виводиться за межі водоочисних споруд.Дренажні води надходять у дренажну насосну станцію та перекачується у "голову" споруд.Стоки після первинного відстоювання прямують в аеротенки-змішувачі.Окиснення забруднюючих речовин відбувається за рахунок біомаси активного мулу та кисню,який подають повітродувки з насосно-компресорної станції.Для стійкого та ефективного процесу очищення(підтримки життєдіяльності мікроорганізмів) в аеротенках підтримують концентрацію розчиненого кисню у кількості до 4мг/д3 з дефіцитом не менш 2мг/д3,доза активного мулу 120-160мл/дм3(у перерахунку на суху речовину 3,0-3,2г/м3),а також кількість забруднюючих речовин,які не перевищують дані,вказані в таблиці 4.

Таблиця 4. Вимоги до стічних вод, які надходять на позамайданчикові очисні споруди каналізації.

Витрати стічних вод(за проектом)

Джерело походження	Кількість)	Одиниці виміру
1.Загальні витрати	33120,0	м3(доба)
2.Госпфекальні стоки м.Авдіївки	14400,0	м3(доба)
3.Госпфекальні стоки заводу	3360,0	м3(доба)
4.Промстоки(разом зі зливневими стоками)	15360,0	м3(доба)

Показники якості стічних вод

Вміст у стоках,що надходять	Проект,мг/л	ГДК,мг/л
1.Завислі речовини	122,0	не більше 500
2.БСК пов.	318,0	не більше 350
3.Азот амонійний	20,0	30,0
4.Хлориди	240,0	350,0
5.Фосфати	10,0	4,5
6.Сульфати	-	400,0
7.СПАР(синтетичні поверхньо- активні речовини)	10,0	20,0
8.Смолисті речовин	-	недопустимі
9.Феноли	2,0	10,0
10.Роданіди	10,0	-
11.Залізо	2,5	2,5
12.Нітрити	0,5	3,3
13. Нітрати	1,5	45
14. Мідь	0,07	0,5

15. Цинк	0,5	1,0
16. рН(середовище)	6,5-9,0	6,5-8,5
17. Сірководень	1,0	1,0
18. Цианіди	1,5	1,5
19. Жири	35,0	50,0
20. Бензол	100,0	100,0
21. Кобальт	-	1,0
22. Ртуть	-	0,005
23. Кадмій	-	0,01
24. Хром	-	2,5
25. Марганець	-	30,0
26. Нікель	-	0,5
27.Свинець	-	0,1

Після біологічного очищення мулова суміш потрапляє у вторинні відстійники.Активний мул забирають з радіальних відстійників через камери активного мулу ерліфтами та перекачують в аеротенки другої черги(№3,№4),а з вертикальних вторинних відстійників під тиском гідростатичного стовпа води надходить у резервуар активного мулу та насосами перекачується в аеротенки першої черги(№1,№2).Кількість циркуляційного мулу підтримується у межах 40-60% від загальної кількості стоків,що надходять на водоочисні споруди.Також можливий варіант послідовної роботи аеротенків першої черги та другої черги(рекомендації Харківського водоканалпроекту).

Освітлена очищена вода з вторинних відстійників надходить у збірний канал для контакту з гіпохлоритом натрію,та далі через вимірювальний лоток "Вентурі" та аераційне скидання у ставок-накопичувач,у якому на площі водяного басейну 400-500м² з травня до жовтня застосовується спосіб доочищення вод за допомогою ейхорнії(водяного гіацинту).Рослини ейхорнії доочищують промислово-побутові стоки від фенолів,нітратів,важких

металів, СПАР. Згідно з лабораторними дослідженнями, зниження забруднюючих речовин складає 10-30%. Зі ставка-накопичувача вода застосовується для промводопостачання заводу, а надлишок йде в балку Поштовий Лог.

Технологічна схема очищення стічних вод на АКХЗ показана на додатку В.

3.3 Біохімічні установки ПАТ АКХЗ та позамайданчикові очисні споруди, опис їх роботи

БХУ – 1 розташована у цеху уловлювання №1 і експлуатується із 1964 року. Вона призначена для очистки аміачних і фенольних вод комплексу коксових батарей № 1-6 від смол і масел, роданідів і фенолу. Проектна потужність установки – 220 м³/ годину. Технічний стан БХУ – 1 задовільний. Частина стічної води після очистки на БХУ – 1 використовується для мокрого тушіння коксу, а решта подається для подальшої очистки на БХУ – 2 .

Біохімічна установка складається із відділення попередньої очистки стічних вод. На БХУ- 1 потрапляють стічні води : «чистий» і «брудний» конденсат сульфатного відділення, із газопроводів коксового газу, стічні води після аміачних колон та від цехів сіркоочистки, смолоперегінного.

Стічні води подаються в металеві відстійники діаметром 10 м і об'ємом 280 м³ кожний. Вони призначені для уловлювання смоли, масел та мех. Домішок. Далі вода потрапляє на 5 секцій масловідділювача.

Масловідділювач призначений для відділення масел із фенольних стічних вод методом аераційної флотації. Смола із первинних відстійників відкачується у залізничні цистерни і відправляється на переробку у смолоперегінний цех.

Стічні води після аміачних колон подаються в усереднювач, до нього ж подається фосфорне живлення і вода для розбавлення зв'язаного аміака. Із усереднювача вода подається в предаеротенки, потім аеротенки для біологічної очистки.

Суть процесу БХУ полягає в окисленні присутніх у них речовин киснем повітря під впливом біокаталізаторів – ферментів, які виділяються у процесі життєдіяльності мікроорганізмів. Мікроорганізми, що приймають участь у очистці фенольних вод – аеробні, тому їм для розмноження та очистки стоків необхідні кисень, азот і фосфор.

Очищена вода із аеротенків самопливом поступає у вторинний відстійник, з якого частина води подається по технології на мокре гасіння коксу у к/ц №1,2, а інша частина передається на БХУ – 2.

БХУ – 2 розташована у цеху уловлювання №2 і призначена для біохімічної очистки аміачних і фенольних стічних вод комплексу коксових батарей №7,9. Проектна потужність установки 240 м³/годину.

Фенольні води по трубопроводах потрапляють у преаратор, де змішуються з аміачною водою з подачею к преаратор повітря. Змішана вода рівномірно розподіляється по 10 первинних відстійниках об'ємом 280 м³ кожний, де проходить очистку від смоли методом відстоювання. Смола осідає на дно первинних відстійників. По мірі необхідності для кращого відстоювання смоли додається коагулянт.

Для зневоджування смоли у конусній частині первинних відстійників є парова сорочка. По мірі накопичування смола із первинних відстійників відкачується насосами у збірники смоли і масел. Після віджиму води смола відкачується у цистерни.

Після відстоювання змішана вода проходить очистку від емульгированих смол і масел у багатосекційних масловідділювачах, які працюють методом безнапірної флотації. Збірні масла насосами перекачуються у фенольний бак.

Очищена вода поступає в усереднювачі, з них насосами відкачується на кожухотрубчаті холодильники для охолодження. Для швидкого перемішування води в усереднювачі подається повітря по дірчатих трубах, розташованих на дні

усереднювачів.

Вода очищена від масел і флотаторів подається у збірник, звідки самопливом йде на аеротенки I ступені для очистки від фенолів та інших органічних речовин. Аеротенки I ступеню працюють паралельно.

Після очистки від фенолів у аеротенках I ступені вода по переливному трубопроводу із усіх аеротенків поступає у збірник води I ступені, з якого насосами подається на аеротенки II ступені для очистки від роданідів.

Аеротенки II ступеню працюють паралельно. Осадок (мул) ерліфтом повертається насосом на вхід у аеротенки. Очищена вода по переливному трубопроводу самопливом потрапляє у вторинний відстійник, де також здійснюється відстоювання осаду, який перекачується насосами у аеротенки I та II ступені.

Як відмічалось, технічний стан БХУ-1 і БХУ-2 задовільний. На БХУ-2 впроваджена технологія очистки стічних вод за допомогою реактивів Nalko. Це дозволяє знизити ХСК стічних вод майже у двічі, що створює певний запас по очистці від фенолів.

Показники очистки стічних вод на БХУ-1 та БХУ-2 (у мг/дм³)

показники	Після БХУ-1		Після БХУ-2		
	регламент	факт	проект	регламент	факт
Феноли	До 1500	947	До 5	До 2	0,79
Роданіди	До 350	180	До 5	До 10	1,92
Аміак загальний	До 500	303	До 300	-	228
Аміак літучий	До 150	91	До 300	До 5	12,4
Смоли і масла	До 30	22,2	До 20	До 20	12,3

Позамайданчикові очисні споруди біологічної очистки стічних вод ПАТ

«АКХЗ» розташовані поблизу заводу на схід від проммайданчику.

ПОС мають у своєму складі наступні споруди:

- Грати (2 од.), призначені для затримання крупних домішок.
- Усереднювач для усереднення фенольних фенольних вод різної концентрації на протязі 8 годин.
- Пісколовки (4 од.), для утримання мілких домішок.
- Первинні вертикальні і радіальні відстійники
- Біокоагулятор
- Аеротенки
- Вторинні вертикальні і радіальні відстійники
- Контактні відстійники
- Мулові майданчики.

Технологічна очистка стічних вод здійснюється наступним чином. Госпобутові стічні води міста і заводу попередньо змішуються, проходять грати, піскоуловлювачі і первинні відстійники.

Виробничі фенольні води після БХУ-2, а також дощові і талі води потрапляють в усереднювач, проходять біокоагулятор, далі змішуються із госпобутовими стоками і надходять в аеротенки.

Після аеротенків очищені стоки подаються у вторинні відстійники, де відстоюється активний мул і освітлюється вода. Далі стоки проходять контактні резервуари, де знезаражуються рідким хлором і скидаються у ставок-накопичувач.

Ставок –накопичувач дозволяє у максимальній мірі використовувати очищені стічні води в системі виробничого водопостачання заводу, мінімізувати витрати скиду зворотних вод і покращити очистку.

3.4 Опис технологічних споруд АКХЗ та оцінка технологічної ефективності їх роботи.

1)Будівля мехочищення(барабани-прііджувачі)

Задача механічного очищення полягає у затриманні та виділенні зі стічної рідини відбросів величиною 2мм та більше за допомогою барабана-проціджувача.

Барабани-проціджувачі:

-швидкість рідини	-0,8-1 м/сек
-ширина зорів	-2-1,8мм
-максимальна продуктивність по воді(фактична)	-1138м3/год.
-вологість знижуваних відбросів	-85%
-вологість після шнеку	-20%
-кількість відбросів при вологості 20%	-1,1м3/доба

Ефективність роботи барабанів-прііджувачів визначається кількістю відбросів,що знімаються при проходженні води через проціджувачі

$$E=(Lx-Le)*100/Lx$$

де **Lx**-концентрація завислих речовин на вході очисних споруд;

Le-концентрація завислих речовин після проціджувачів

У міру накопичення відходи вивозять та утилізують на полігоні ТПВ.

2)Пісколовки

Пісколовки призначені для затримання мінеральних грубих завислих забруднень з питомою вагою приблизно до 1,6г/см3 та гідравлічною крупністю 18-24мм/сек,які в основному складаються з піску.

Пісколовка горизонтальна з круговим рухом рідини:

-продуктивність по воді	-273л/сек
-швидкість руху рідини	-0,28-0,31м/с
-фракційний склад піску	-0,24-0,26мм

-кількість затриманого піску	-1,24м3/доба
-вологість(зневодненого піску)	-60-65%
-зольність	-80%
-тиск води на гідроелеватор	-5кг/см2
-кількість вивантаження	-1 раз на 4 дні
-час вивантаження	-20-60хвилин
-кількість води,що подається	-51,0м3/год.

Кожна пісколовка обладнана шиберами на лотках,що підводять та відводять,трубопроводами ДУ-100мм подачі технологічної води,трубопроводами ДУ-150мм відвода пульпи,інжекторами,запірною арматурою.

Видалення піску на піскові майданчики проводиться за допомогою гідроелеватора.Подання технологічної води здійснюється з біокоагулятора відцентровим насосом або від мулової насосної станції.Від гідроелеваторів відведено пульпопровід на піскові площі.

Піскові майданчики:

-кількість піскопульпи,що подають на майданчики	-90м3/тиждень
-кількість зневодненого осаду(піску)	-680т/рік
-вологість осаду(зневоднен.)	-60%
-висота шару напуску	-1,0м
-очищення майданчика	-1-2 рази на рік

В основі площі укладена дренажна система(траншея з перфорованою трубою),яка засипана завантажувальним матеріалом.На піскових майданчиках пісок осідає,а освітлені стоки через дренажну систему по самопливному трубопроводу надходять у приймальний резервуар дренажної насосної станції,звідки насосами перекачуються у "голову" споруд(канал перед пісколовками).

Умови ефективної роботи:

- Не допускати зберігання піску у прямках пісколовки більше 4-х діб
- Постійна швидкість руху води,у межах 0,15-0,3м м/сек
- Проведення контролю за надходженням пульпи на пісковий майданчик та відводом відстояної води у дренажну систему
- Регулярно промивати пульпопровід технологічною водою.

Контроль та управління технологічним процесом:

-Контроль та управління технологічним процесом очищення стічних вод здійснюється апаратчиком у межах посадових обов'язків,які викладені у "Виробничий інструкції апаратчика очищення стічних вод"

-Послідовність операцій пуску пісколовки в роботу:

- відчинити шибири на виході з пісколовки;
- відрегулювати швидкість руху води у межах встановлених норм.

-Виведення пісколовки з роботи:

- закрити шибири на вході та виході з пісколовки;
- зруйнувати бункер пісколовки за допомогою гідроелеватора.

Видалення піску з пісколовки здійснюється за допомогою гідроелеватора.

Взимовий час,після закінчення гідроелевації пісколовки,усі засувки залишити відкритими,щоб уникнути їх розморожування.

Оцінка технологічної ефективності

Технологічна ефективність роботи пісколовок визначається кількістю затриманого піску,а також вмістом у піску часток фракції 0,25мм та більше,наявності піску в осаді первинних відстійників.За ефективної технологічної роботи пісколовок відсоток затримання піску складає не менше 70%,зольність не менше 80%,а відсоток вмісту піску в осаді первинних відстійників не повинен перевищувати 8%.

3)Первинні відстійники

Первинні відстійники призначені для виділення зі стічних вод

нерозчинних забруднюючих речовин ,які знаходяться у завислому стані та під дією гравітаційних сил осідають на дно відстійника чи спливають на його поверхню.

3.1)Первинні вертикальні відстійники.

Первинні вертикальні відстійники №1-4:

-діаметр відстійника	-9м
-глибина	8,5м
-об'єм відстійника	-100м3
-час перебування стічної рідини	-1,5години
-швидкість потоку стічної рідини у відстійнику	-0,7мм/сек

Вертикальний відстійник являє собою круглий у плані резервуар.Стічна вода подається через центральну трубу,яка закінчується раструбом,кінець якого розташовується на рівні не нижче початку конусної частини відстійника.Для створення рівномірного розподілу рідини за перетином відстійника та запобігання осаду,що випав,від розмивання та змучування,нижче раструбу центральної труби встановлений відбивний щит.Досягнувши його,стічні води змінюють напрямок з вертикального низхідного у горизонтальне,а потім-у вертикальне висхідне. Рухаючись вгору по усьому перетину відстійника,освітлені стічні води у верхній частині переливаються через круговий гребінь у збірний жолоб.Завислі речовини,які складають забруднення стічних вод,випадають на горизонтальному шляху руху рідини від центру відстійника до периферії за рахунок збільшення живого перетину потоку та зменшення швидкості руху.Осад,що випав,видаляється за рахунок гідростатичного тиску води.

Умови ефективної роботи:

- Своєчасне та повне видалення з відстійників затриманих осівших завислих речовин
- Відмітки гребеня переливу від горизонталі не повинні мати відхилень по

всьому периметру збірної лотку

- Рівномірний розподіл стічної води між відстійниками
- Рівномірний розподіл води у відстійнику
- Регулярне очищення збірних лотків,переливних гребенів від відкладень осаду та біологічних обростань
- Підтримувати в справному стані та чистоті шибери,засувки та інше обладнання
- Своєчасний огляд,очищення та ремонт обладнання відстійників не рідше 1 разу на 2 роки

Технологічна ефективність роботи первинних відстійників оцінюється за концентрацією завислих речовин у воді,що надходить та виходить(ефект осадження),а також за кількістю та вологістю осаду,що затримується.

3.2)Первинні радіальні відстійники:

-швидкість руху води	-7мм/с
-ефект освітлення	-50%
-частота видалення осаду	-1раз на добу
-час ввімкнення мулочосів	-за 1 годину до вивантаження
-тривалість роботи мулочосів	-1година на добу
-швидкість руху мулочосів	-1,8м/хв.
-час відстоювання	-не більше 1,5годин
-вологість осаду	-96%
-кількість осаду,що видаляється з вертикальних та радіальних відстійників	-50м3/добу

Радіальний відстійник являє собою круглий,у плані,резервуар.Стічна вода подається у центр відстійника знизу вгору та рухається радіально від центру до периферії.Швидкість руху води змінюється від максимального значення у центрі відстійника до мінімального у периферії.Осад,що випадає,за допомогою скребків,закріплених на фермі,зсувається у приямок відстійника,а

далі видаляється по трубопроводу ДУ-300мм насосами ФГ на мулоущільнювач. Принципова схема роботи мулоущільнювача.

Рідина, що несе в собі сирий осад, подається у центр мулоущільнювача зверху вниз та рухається радіально від центру до периферії. При цьому завислі речовини осідають на дно мулоущільнювача, під дією гравітаційних сил освітлена вода збирається через водозливи збірної кільця, з якого потрапляє у лоток, що йде на аеротенки першої черги.

Осад, що випадає на дно мулоущільнювача, ущільнюється на протязі 5-6 діб, в цей період часу у мулоущільнювач закачують нові порції осаду. Після закінчення 5 діб ущільнений осад скидається у каналізаційну мережу мулових майданчиків, а менш ущільнений осад продовжує ущільнюватися до настання терміну його скидання. Таким чином, у мулоущільнювачі утворюються шари осаду різної щільності. Знизу, біля дна, де розташована мулоскидна труба, знаходиться ущільнений осад (час перебування у мулоущільнювачі 5 діб). Вище першого шару знаходиться другий шар, менш ущільнений (час перебування у мулоущільнювачі 4 доби). Третім шаром залягає осад, який має аморфний стан (час перебування у мулоущільнювачі 3 доби). Четвертий шар осаду має більший вміст води (час перебування у мулоущільнювачі 2 доби). П'ятий шар, найвищий, це свіжий шар, час перебування осаду не перевищує однієї доби.

При скиданні першого шару осаду у каналізаційну мережу, інші шари залишаються у мулоущільнювачі та продовжують ущільнюватися. За добу, після надходження нової порції осаду, який осідає зверху попереднього осаду, дія повторюється, тим самим забезпечуючи безперервність процесу.

Спливні речовини відводяться у жирозбірник. Освітлена вода надходить у круговий збірний лоток.

Комплекс первинних відстійників обладнаний розподільними чашами з шиберами подачі стоків на відстійники №5,6.

Освітлена вода з випускної камери відстійника системою підземних трубопроводів відводиться на аеротенки.

Умови ефективної роботи:

- своєчасне та повне видалення з відстійника затриманих осівших та спливших завислих речовин.
- відмітки гребеня переливу від горизонталі не повинні мати відхилень по всьому периметру збірної лотку.
- скребки механізму видалення осаду не повинні чіплятися за нерівності днища відстійника та відстоювати від дна не більш, ніж на 40-30мм.
- рівномірний розподіл стічної води між відстійниками.
- рівномірний розподіл води у відстійнику.
- регулярне очищення збірних лотків, переливних гребенів від відкладень осаду та біологічних обростань.
- підтримувати у справному стані та чистоті шибери, засувки та інше обладнання.
- після видалення осаду промивати трубопровід сирого осаду.

Контроль та управління технологічним очищення процесом стічних вод здійснює апаратчик у межах посадових обов'язків, що викладені у "Виробничій інструкції апаратчика очищення стічних вод".

- Видалення осаду з відстійника:

а) ввімкнути механізм ферми відстійника

б) через 1 годину роботи механізму ввімкнути насос для видалення осаду

в) під час видалення осаду слідкувати за рухом ферми мулочосу, якістю освітленої води (не повинно бути збільшення виносу суспензій, осаду)

г) коли ферма мулочосу буде на жирозбірником - відкрити засувку на відвідній трубі та випустити плаваючі речовини у жировий колодязь

д) після видалення осаду зупинити насос та вимкнути механізм ферми мулочосу

Оцінка технологічної ефективності

Технологічна ефективність роботи первинних відстійників оцінюється за відношенням концентрацій завислих речовин у воді, що надходить та виходить (ефект осадження), а також за кількістю та вологістю осаду, що затримується. Ефект осадження у первинних відстійниках залежить, в основному, від вихідних концентрацій завислих та осідаючих речовин, їх співвідношення, часу відстоювання, температури стічних вод, конструктивних особливостей споруди.

Технологічно ефективно працюючими первинними відстійниками вважаються такі, у котрих фактичний ефект освітлення відрізняється від розрахованого за даною методикою не більш ніж на 10% у сторону зменшення (зниження допустиме за рахунок неврахованих факторів). У добре працюючих первинних радіальних відстійниках за час відстоювання 1,5 години ефект затримки завислих речовин складає близько 50%. За збільшення часу відстоювання до 2 годин - 55%, 2,5 години - 60%. Вологість вивантажуваного осаду у технологічно ефективно працюючих відстійниках не повинна бути вищою за 94%, збільшення допустиме тільки у разі подачі на первинні відстійники надлишкового активного мулу.

Граничний вміст завислих речовин у стоках, що надходять на споруду біохімічного очищення у відповідності зі СНіПом, повинний бути не більш 50 мг/л.

4) Аеротенки

Назва, опис технологічного процесу, технологічна схема

Аеротенки - це споруди, чия робота заснована на біохімічному окисленні органічних речовин стічних вод аеробними мікроорганізмами, з колоній яких формується так званий активний мул.

- період аерації	- 8,7 годин
- ступінь рециркуляції	- 0,40-0,60
- навантаження на активний мул	- 295,5 мг/г доба

-муловий індекс	-80-120см ² /г
-концентрація активного мулу	-1,8-2,5г/дм ³
-загальна кількість повітря	-13350м ³ /год.
-інтенсивність аерації	-11м ³ /м ² год.
-витрата повітря(дрібнопузирчата аерація)	-40-60м ³ /кгБСК ₅
-час роботи насосу активного мулу та ерліфтів	-цілодобово
-концентрація кисню	-не менш 2мг/л
-витрата циркуляційного активного мулу	-750,0м ³ /год.

Процес біохімічного окислення забруднень заснований на здатності мікроорганізмів використовувати у якості поживного суб'єкту багато органічних та деякі неорганічні сполуки, які містяться у стічних водах. Застосовуються аеробні мікроорганізми, за для життєдіяльності яких необхідна присутність у воді вільного кисню. Мікроорганізми споживають кисень у процесі їх дихання та витрачають на ферментивне окислення поживних речовин (асиміляцію) та на власні потреби клітин (ендогенне дихання).

Продуктами процесу є вуглекислота (окислений вуглець органічно забруднений, вода, інертна маса), екзотермічна енергія та нові клітини мікроорганізмів активного мулу. Процес утворюється в об'ємах мулової суміші за контакту забрудненої стічної води, клітин активного мулу та розчиненого кисню. При цьому відбувається руйнація органічних молекул ферментами, що виділяє активний мул, та перенос простих з'єднань у клітини, де вони під дією спеціальних ферментів перетворюються (метаболізуються) у продукти процесу. Таким чином забруднення зі стічної води переходять в активний мул та частково видаляються у вигляді вуглекислоти, води та неорганічних з'єднань. Суміш активного мулу з водою з останніх коридорів секції надходить у збірний канал мулової суміші та по трубопроводах надходить на розподільну чашу вторинних відстійників.

Умови ефективної роботи:

- забезпечувати подачу в аеротенки заданої кількості стічних вод,циркуляційного активного мулу та повітря.
- контролювати та підтримувати концентрацію суспензійних речовин у воді,що надходить,не більш 150мг/л,активного мулу за об'ємом в аеротенку-120-350мл/л,розчиненого кисню не менш 2мг/л.Своєчасно видаляти надлишковий активний мул з системи.
- слідкувати за рівномірним розподілом повітря та не допускати перебоїв у його подачі.
- своєчасно виявляти та усувати несправності у системах аераційних елементів,запорній арматурі.
- стічні води,що надходять на аеротенки у будь-який час доби не повинні мати:

- рН менше 6,5 та більше 8,5;

- температури нижче 5 градусів чи вище 30 градусів;

- загальну концентрацію розчинених солей більше 10г/л;

- БСК повн більше 500мг/л;

- концентрації завислих речовин більше 150мг/л;

- азоту амонійного солей менше 5мг/л,фосфатів не менше 1мг/л на 100мг/лБСКповн;

- нерозчинні олії,жири,нафтопродукти;

- концентрацію шкідливих речовин більше,ніж їх допустима концентрація для споруд біологічного очищення.

Контроль та управління технологічним процесом:

- контроль та управління технологічним очищення процесом стічних вод здійснює апаратчик у межах посадових обов'язків,що викладені у "Виробничій інструкції апаратчика очищення стічних вод".
- ведення технологічного процесу полягає у:

- приведенні контрольованих параметрів у відповідність нормам технологічного режиму;
- регулювання подачі повітря, мулу, стоків на основі даних лабораторного аналізу;
- контролі за станом запірної арматури, шиберів подачі стічної води, аераційних елементів у секціях аеротенків.

Оцінка технологічної ефективності:

Технологічна ефективність роботи аеротенків визначають за якістю очищеної води, яка виражена в узагальненому показнику-БСК. БСК на виході з аеротенку не повинно перевищувати 15мг О₂/л.

5) Вторинні відстійники

5.1) Вторинні вертикальні відстійники №1-6:

-діаметр відстійника	-9м;
-глибина	-8,5м;
-об'єм відстійника	-100м ³ ;
-час перебування стічної рідини	-1,5години;
-швидкість потоку стічної рідини у відстійнику	-0,7мм/сек;

Вертикальний відстійник являє собою круглий, у плані, резервуар. Стічна вода надходить через центральну трубу, що закінчується розтрубом, кінець якого розташовується на рівні не нижче початку конусної частини відстійника. Для створення рівномірного розподілу рідини за перетином відстійника та попередження розмивання та зкаламучування осівшого активного мулу, нижче розтрубу центральної труби розташований відбиваючий щит. Досягнувши його, стічні води змінюють напрямок з вертикального низхідного у горизонтальний, а потім-у вертикальний висхідний. Рухаючись вгору за усім перетином відстійника, освітлені стічні води у верхній частині переливаються через круговий гребінь у збірний жолоб. Активний мул відокремлюється від стічної рідини на горизонтальному шляху руху рідини від центру відстійника до

периферії за рахунок збільшення живого перетину потоку та зменшення швидкості руху. Активний мул з відстійників видаляється гідростатичним тиском у муловий резервуар, звідки насосами перекачується у "голову" аеротенків першої черги.

Умови ефетивної роботи:

- безперервне видалення з відстійника осілого активного мулу
- відмітки гребеня переливу від горизонталі не повинні мати відхилень по всьому периметру збірної лотку
- рівномірний розподіл мулової суміші між відстійників
- рівномірний розподіл мулової суміші у відстійнику (правильне встановлення відбивачу)
- регулярне чищення збірних лотків та переливних гребенів від біологічних обростань, сміття
- підтримувати у справному стані та чистоті шибери, запірну арматуру, обладнання та привідні механізми. Забезпечувати її своєчасне змащування
- не допускати перерв у роботі мулососів відстійників
- своєчасно видаляти з поверхні дзеркала води відстійників плаваючу плівку та відмерлий мул.

5.2) Вторинні радіальні відстійники

Вторинні радіальні відстійники повинні забезпечувати відділення (та короткочасне ущільнення) мулу від очищеної води.

Вторинні радіальні відстійники:

- час відстоювання	- 1,5 години
- швидкість руху рідини	- 7 мм
- ефект освітлення (винос) за зависл. речовинами	- не більше 15 мг/л
- час роботи мулососів	- цілодобово
- видалення ущільненого активного мулу	- постійно

-швидкість руху мулососу	-1,41м/мин
-навантаження на 1м.п водозливу	-10л/с
-кількість активного мулу,що видаляється (циркуляційного)	17994м3/доба
-вологість	-99,1%
-ефект освітлення	-50-55%

Мулова суміш подається у центр відстійника знизу вгору та рухається радіально від центру до периферії. При цьому активний мул осідає під впливом гравітаційних сил на дно відстійника, звідки безперервно видаляється через сапуни мулососів, що закріплені на рухомій фермі. Під дією гідростатичного тиску води у відстійнику активний мул надходить у муловий колодязь з шиберним затвором, що забезпечує можливість регулювання відбору мулу. Освітлена вода надходить у випускну камеру.

Комплекс вторинних відстійників обладнаний розподільчою чашею з шиберами подачі стоків у відстійник. Шибер на водозливі мулової камери забезпечує можливість регулювання відбору мулу з відстійника шляхом виміру гідростатичного тиску від 1м до 1,2м.

Умови ефективною роботи:

- не допускати перебування активного мулу у відстійнику більше 6 годин. Слідкувати за наявністю вільного виливу зворотного мулу з відстійників
- рівномірний розподіл мулової суміші між відстійниками
- рівномірний розподіл мулової суміші у відстійнику (правильне встановлення відбивачу)
- регулярне очищення збірних лотків та переливних гребенів від біологічних обростань та сміття
- підтримувати у справному стані, чистоті, шибери, запорну арматуру, обладнання та привідні механізми. Забезпечити їх змащення

вчасно.

- не допускати перерв у роботі мулососів відстійників
- своєчасно видаляти з поверхні дзеркала води відстійників плаваючу плівку та відмерлий мул.

Контроль та управління технологічним процесом:

- контроль та управління технологічним очищення процесом стічних вод здійснює апаратчик у межах посадових обов'язків, що викладені у "Виробничій інструкції апаратчика очищення стічних вод".
- ведення технологічного процесу полягає у контролі:
 - якості та кількості мулової суміші, що надходить на розподільну чашу з аеротенків
 - розподіл мулової суміші між відстійниками
 - якість та кількість зворотнього мулу з відстійників
 - якість та кількість очищеної стічної води, що у ббірні лотки з відстійників
 - за роботою мулососів
 - за станом запорної арматури, привідних механізмів мулососів відстійників
 - за наявністю достатньої кількості мастил для обладнання
 - за підтримкою у робочому стані резервного обладнання та арматури.

Технологічно ефективними працюючими вторинними відстійниками вважаються ті, в яких винос активного мулу з очищеною водою не перевищує 15 мг/л.

б) Установка приготування гіпохлориту натрію та контактні резервуари

У стічній воді, що пройшла біологічне очищення, кількість бактерій, які залишаються у стоках, досягає кількох мільйонів в 1 см³. Повністю знищити хвороботворні бактерії можна шляхом її знезараження. Для процесу знезараження використовують гіпохлорит натрію (7% склад хлору у розчині гіпохлориту), який готується на електролізних установках ПЛАМ'Я-2 та зберігається у резервуарах. Все обладнання для виготовлення гіпохлориту

натрію встановлене в існуючій будівлі хлораторної.

Установка знезараження:

-розрахункова доза хлору	-3г/м3
-залишковий хлор	-0,5-1,5мг/л
-витрати гіпохлориту натрію	-15м3/доба
-час контакту очищеної води з хлором	-не менш 30хвилин

Знезараження стічних вод повинне забезпечувати зниження бактеріальних забруднень до нормативних.

Умови ефективної роботи:

- контроль за приготуванням 7% гіпохлориту натрію
- дозування подачі гіпохлориту натрію у контактний резервуар
- контроль залишкового хлору у воді,що знезарають,та підтримка його на заданому рівні
- встановити контакт стічної води з гіпохлоритом натрію менше 30 хвилин.

Технологічна ефективність роботи споруд знезараження контролюється за кількістю бактерій кишкової групи,що залишилися у воді після знезараження,а також за концентрацією залишкового хлору.Ефективно працююча споруда повинна зменшити кількість бактерій кишкової групи на 1л стічної води до 1000шт,а кількість залишкового хлору повинна бути 1,5мг/л за обов'язкового контакту з хлором не менш 30 хвилин.

Норми по біологічним забрудненням в очищеній воді:

- Індекс БГКП-не більше 1000,0
- Індекс ЛКП(лактозокишкова паличка)-не більше 5000,0
- Колифаги-в 1000дм3 води-не більше 1000,0 БОЕдм3
- Життєздатні яйця гельмінтів-відсутні.

7)Ставок-накопичувач

У ставок-накопичувач надходять біологічно очищені стічні води з очисних споруд.

Ставок-накопичувач:

-БСК20 води,що подається	-не більше 15мг/л
-час перебування води у ставку(самоочищення)	-108діб
-БСК20 у воді,що виходить	-6мг/л
-феноли	-0,001мг/л
-роданіди	-0,15мг/л
-азот амонійний	-не більше 0,5мг/л

У ставку відбувається процес самоочищення за рахунок кисню повітря,природної аерації з доведенням БСК20 до 3-6мг/л.Акумуляована вода у ставку перекачується на зворотні технологічні цикли,а частина скидається у балку Поштовий Лог

Розрахункове навантаження на ставок приймається до 5000м3/га на добу або за величиною аерації,прийнятої з розрахунку 6-8г кисню на 1м2 ставку.Максимальна глибина ставку складає 15м.Експлуатація ставку проходить цілодобово,а вміст кисню на скиданні ставку підтримується природним чином у межах 5-7мг/л.

Щоб контролювати стан греблі,встановлені вісім п'єзометрів а такж фіксуються рівні води у свердловинах №1,2,дренажному колодязі,загальний рівень води у ставку за відміткою відносно рівня води Балтійського моря.

8)Мулові майданчики

Мулові майданчики застосовуються,щоб зневоднити та дегельмінтизувати сирий осад з мулоущільнювача активного мулу.

Мулові майданчики:

-навантаження по осаду	-3,5м3/м2
-робоча глибина карту(висота напуску осаду)	-не більше 0,3м
-вологість сирого осаду	-95-96%
-вологість зневодненого осаду	-60%

Мулові майданчики являють собою сплановані майданчики, обваловані

дамбами, забезпечені трубопроводами Д-300мм з запірною арматурою для напуску осаду,шандорними колодязями та самопливною каналізацією для відводу дренажної мулової води.

Підсушування осаду проходить за рахунок:

-випаровування з поверхні залитого у майданчик осаду;
-відвода мулової води,що відділяє при розшаруванні осаду-це основний фактор підсушування.

Осад,висушений на мулових майданчиках,має вологість 60%,тривалість сушіння та дегельментизації сирого осаду не менше 2-х місяців.Система лотків та запірної арматури дозволяє перемкнути подачу осаду на заповнену карту,Мулова вода після розшарування осаду через шандорні колодязі надходить самопливним трубопроводом Д-200мм у приймальний резервуар дренажної насосної станції,звідки перекачується у "голову" очисних споруд.

Умови ефективної роботи:

- рівномірний напуск сирого осаду на робочу площу карти
- своєчасний відвод мулової води у дренажну систему,не допустивши її засмічення
- підтримувати у справному стані та чистоті шандори,засувки,колодязі,бровків майданчиків.

Ведення технологічного процесу полягає у контролюванні:

-якості та кількості осаду,що надходить;
-якості та кількості відведеної води;
-напуску осаду шаром встановленої висоти;
-станом запірної арматури,колодязів,мереж;

Уся система лотків,засувок та труб,щоб запобігти засміченню,один раз на 5 днів оглядається та очищується,після напуску осаду система примивається.

4 РОЗРАХУНКИ ОЧИСНИХ СПОРУД СТИЧНИХ ВОД

4.1. Вибір схеми очищення стічних вод

Необхідний ступінь очищення визначає метод та тип очисних споруд. Якщо необхідний ступінь очищення за зваженими речовинами більше 50 %, а зниження БПК знаходиться в межах 80 %, то призначається часткове біологічне очищення (механічне очищення та подальше доочищення на спорудах часткового біохімічного очищення). При необхідності зниження БПК більш ніж на 80% застосовується повне біологічне очищення.

В даний час, виходячи з сучасних санітарних норм захисту водойм від забруднень, практично завжди приймається повне біологічне очищення, з доведенням БПКн очищених стічних вод до 10-15 мг / л.

Вибір типу очисних споруд та схеми очищення проводиться на основі аналізу місцевих умов: продуктивності станції, наявності достатнього майданчика земельної ділянки, кліматичних, ґрунтових та ґрунтових умов, рельєфу місцевості, забезпеченості електроенергією, наявності місцевих матеріалів та ін.

Обробка міських стічних вод, що є сумішшю побутових і промислових стічних вод, проводиться зазвичай у такій послідовності: механічне очищення на решітках, в пісковловлювачах і первинних відстійниках; біологічне очищення на аеротенках або в біофільтрах та вторинних відстійниках; знезараження та випуск у водоймище або повторне використання у промисловості чи сільському господарстві. Обробка опадів може проводитися в метантенках з наступним механічним зневодненням та термічною сушкою або висушуванням на мулових майданчиках.

У табл.5 наведено рекомендації для вибору типу споруд з очищення міських стічних вод залежно від їхньої витрати.

Таблиця 5. Дані для вибору типу споруд для очищення стічних вод

Найменування споруд	Середньодобова витрата стічних вод, м3/доба						
	до 50	до 300	до 500	до 10000	до 30000	до 50000	более 50000
<i>При механичній очистці</i>							
Решітки	+	+	+	+	+	+	+
Пісколовки:							
вертикальні	–	–	+	+	+	–	–
горизонтальні	–	–	+	+	+	+	+
с круговим рухом води	–	–	–	–	–	+	+
Відстійники:							
двухрусні	+	+	+	+	–	–	–
вертикальні	–	–	– X X X	–	–		
горизонтальні	–	–	–	–	+	+	+
радіальні	–	–	– X	+	+	+	
Метантенки	–	–	–	+	+	+	+
Мулові майданчики	+	+	+	+	+	+	+
Вакуум-фільтри	–	–	–	–	–	+	+
Хлораторні установки	+	+	+	+	+	+	+
<i>При біологічній очистці</i>							
Поля зрошення	+	+	+	+	+	+	–
Поля фільтрації	+	+	+	+	+	+	–
Біологічні ставки	+	–	+	–	–	–	–
Біофільтри	+	+	+ X	–	–	–	
Аеротенки	–	–	– X	+	+	+	
Мулоушільнювачі	–	–	–	+	+	+	+

Умовні позначення: + Рекомендується; X застосовуються при відповідному обґрунтуванні; - не рекомендується.

4.2. Розрахунок аеротенків

Аеротенки різних типів застосовуються для біологічного очищення міських та виробничих стічних вод. По структурі потоку всі типи аеротенків діляться на аеротенки-витіснювачі, аеротенки-змішувачі, аеротенки-відстійники. Концентрація завислих речовин у воді, що подається на аеротенки (після первинних відстійників), повинна бути не більше 150 мг/л.

Аеротенки-відстійники застосовуються при пропускну здатності станції до 50000 м³/сут; аеротенки-змішувачі різних модифікацій застосовуються при значеннях БСКпов очищуваного стоку більше 500 мг/л, за наявності в стоку повільно окислюваних речовин, а також при коливаннях складу стічних вод; аеротенки-витіснювачі – при БПК повно очищуваного стоку до 150 мг/л і за відсутності зал- надходжень токсичних речовин. При значеннях БСКпов, що перевищують 150 мг/л, необхідно передбачати регенерацію активного мулу.

Розрахунок аеротенків включає визначення ємності та габаритних розмірів споруди, обсягу необхідного повітря та надлишкового активного мулу. Місткість аеротенка визначається за середньогодинним надходженням води за період аерації в години максимального припливу. При проектуванні аеротенків визначається період аерації залежно від принципу їхньої роботи та наявності регенерації активного мулу.

Розрахуємо аеротенк-змішувач, без регенерації активного мулу. Спершу визначимо час перебування води у аеротенку за формулою:

$$t = (L_a - L_t) / a(1 - s)p ;$$

Де L_a – БПК стічних вод, 2400 мг/л, L_t – БПК очищеної води після першого ступеню очистки, 318 мг/л, a – доза мулу – 5 г/л, s – зольність мулу, 0,2, p – питома швидкість окислення, мг БПК на 1 г зольного мулу на годину, 85 мг/г*год.

$$t=(2400-31,8)/5(1-0,2)85=7 \text{ год.}$$

Об'єм аеротенку:

$$V=t*Q(\text{м}^3/\text{год})=7*(33120/24)=9660 \text{ м}^3.$$

Питома витрата повітря:

$$q = \frac{q_0(La - Lt)}{K_1 K_2 K_T K_3 (Ca - Co)}$$

q_0 - питома витрата повітря 1 мг/мг.

K_1 – коефіцієнт, що ураховує тип аератора, 05 для дрібнопухирцевої аерації.

K_2 – коефіцієнт, що залежить від глибини занурення аераторів, на 6 м рівний 3,3.

K_T – коефіцієнт, що враховує температуру стічних вод, рівний 1

K_3 – коефіцієнт якості води, 0,85.

Ca – розчинність кисню у воді, 10 мг/л.

Co – вміст кисню у стічній воді, 2 мг/л.

$$q=1*(2400-318)/0,5*3,3*1*0,85(10-2)=185,6\text{м}^3/\text{м}^3$$

Вторинні відстійники встановлюються для відділення мулу від вод, що пройшли біологічне та фізико-хімічне очищення. Вторинні відстійники після біологічного очищення рекомендовано розраховувати за питомим навантаженням, яке визначається з виразу:

$$q = m u_0$$

n – коефіцієнт використання об'єму зони відстоювання, для вертикальних відстійників рівний 0,35.

u_0 – гідравлічна крупність біоплівки, 1,1 мм/с.

$$q=0,35*1,1=0,385\text{м}^3/\text{м}^2*\text{год.}$$

Максимальна секундна витрата на очисну станцію буде такою:

$$Q_{\max} = Q / 3600 \cdot 16 = 1380 / 3600 \cdot 16 = 0,024 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Кількість секцій відстійника – 2 шт. Діаметр відстійника:

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{nk\pi(U_0 - w)}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,024 \cdot 1000}{2 \cdot 0,35 \cdot 3,14 \cdot 1,1}} = 6,3 \text{ м}$$

ВИСНОВКИ

Під час виконання кваліфікаційної роботи магістра було:

- розглянуто поняття фізико-хімічного та біохімічного очищення стічних вод коксохімічного виробництва.
- проаналізовано методи очищення стічних вод на вітчизняних підприємствах. Розглянуті схеми біохімічних установок для очищення стічної води.
- встановлено, які методи очищення стічних вод використовують на ПРАТ "АКХЗ", які очисні споруди доречні на підприємстві.
- показано, які умови потрібні для ефективної технологічної роботи очисних споруд Авдіївського коксохімічного заводу.
- проведено аналіз складу очисних споруд ПРАТ "АКХЗ" та визначена їх технологічна ефективність.
- проведено розрахунок аеротенку-змішувачу

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Антипова В.В. Очистка фенольных сточных вод коксохимического производства за рубежом.// Черная металлургия: Бюл. ин-та 'Черметинформация', М. 1979 Вып. 8, с. 3-23.
2. Временное методическое руководство по анализу технологических и сточных вод предприятий черной металлургии. - М.; Металлургия, 1 981, 168 с.
3. Глузман Л.Д., Эдельман И.И. Лабораторный контроль коксохимического производства. - М.: Металлургия, 1976 г. - 120 с.
4. Голубовская Э.К. Биологические основы очистки воды. М.: Высшая школа, 1978 г. - 268 с.
5. Григорук Н.О., Пушкарев Г.П. Водоснабжение, канализация и очистка сточных вод коксохимических предприятий, - М.: Металлургия. 1987 г. - 120 с.
6. Иванова М.М. Биологическая очистка сточных вод на металлургических заводах. Черная металлургия: Бюл. ин-та "Черметинформация", М, 1986 г. вып. 2, 22 с.
7. Карелин Я.А., Жуков Д.Д., Журов В.Н. и пр. Очистка производственных сточных вод в аэротенках - М.: Стройиздат, 1973, 223 с.
8. Кочановский А.М., Кульский Л.А., Сотникова Е.В. и др. Очистка промышленных сточных вод. - Киев: Техника, 1974 - 208 с.
9. Лурье Ю Ю. Аналитическая химия промышленных сточных вод - М: Химия, 1984 г. - 448 с.
10. Инженерная защита поверхностных вод от промышленных стоков: Учеб. пособие/Д.А. Кривошеин, П.П. Кукин, В.Л. Лапин и др. – М.: Высшая школа, 2003. – 344 с.
11. Будыкина Т.А., Емельянов С.Г. Процессы и аппараты защиты гидросферы: учеб. пособие для студ. высш. проф. образования. – М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 288 с.
12. Яковлев С.В., Воронов Ю.В. Водоотведение и очистка сточных

вод/Учебник для вузов: - М.: АСВ, 2004. – 704 с.

13. В даній роботі використовувались данні з нормативних документів цеха уловлювання №1,2, цеха ТЕЦ, цеха водопостачання (ЦВС), а також з лабораторії СЛЗВВБ.

Технологічна схема сучасної біохімічної установки для очищення стічних вод коксохімічного виробництва

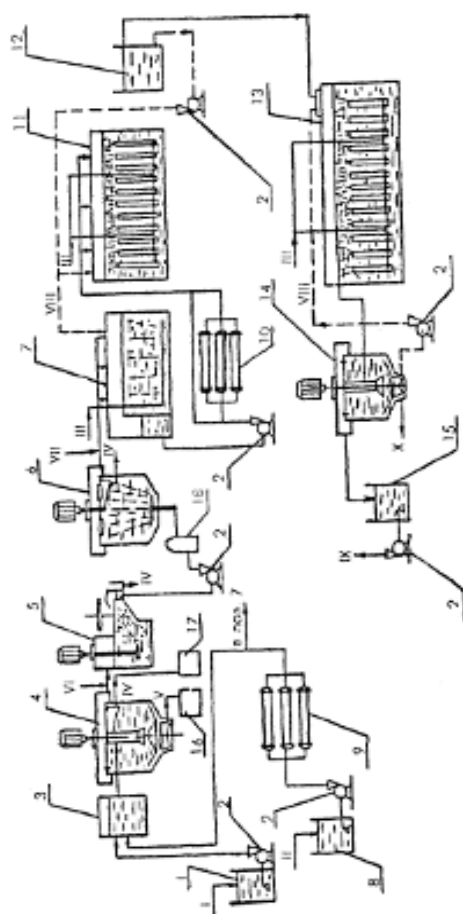


Рис.3. Технологическая схема биохимической установки.

I - сточная вода фенольной канализации, II - избыточная надомольная вода, III - сжатый воздух, IV - масло, V - смола, VI - раствор сернокислого закисного железа, VII - раствор ортофосфорной кислоты, VIII - возмрат активного ила, IX - очищенная сточная вода, X - избыточный активный ил, 1 - приемная емкость сточной воды фенольной канализации, 2 - насос, 3 - преаэратор, 4 - первичный отстойник, 5 - нилеллерный флотационный маслоотделитель, 6 - напорный флотатор, 7 - усреднитель-преаэратор, 8 - приемная емкость избыточной надомольной воды, 9 - холодильник типа "труба в трубе", 10 - кожухотрубчатый теплообменник, 11 - азротенк первой ступени очистки, 12 - отстойник, 13 - азротенк второй ступени очистки, 14 - вторичный отстойник, 15 - сборник очищенной сточной воды, 16 - сборник смолы, 17 - сборник масла, 18 - напорный бак.

ДОДАТОК Б

Таблиця 1. Вимоги, що пред'являються якості промислових стоків, що надходять на міські очисні споруди(в мг/л)

	водні об'єкти господарсько-питного та культурно-побутового водокористування	водні об'єкти рибогосподарського водокористування
аміак (по азоту)	2.0	0.05
бенз(а)пірен	0.000005	-
бензол	0.5	0.5
гідрохінон	0.2	-
крезол	0.004	0.003
ксилол	0.05	0.05
нафталін	0.01	0.004
пиридин	0.2	0.01
пирокатехін	0.1	0.004
резорцин	0.1	0.004
роданіди	0.1	0.15
серковуглець	1.0	1.0
сульфіди	відсут1)	відсут.
толуол	0.5	0.5
фенол	0.0012)	0.001
фероціаніди	1.25	0.5
ціаніди	0.1 3)	0.05

Примітки: 1) з урахуванням кисневого режиму для зимових умов;
 2) ГДК фенолу - 0.001 мг/л - для суми летких фенолів, що надають хлорфенольний воді перед скиданням у водойми; в інших випадках допускається концентрація 0,1 мг/л; 3) ціаніди прості та комплексні (за винятком ціанофератів) у розрахунку на ціан.

ДОДАТОК В

Технологічна схема очищення стічних вод на АКХЗ

