

ДОНБАСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

На правах рукопису

БЕЛЯЕВА Олена Леонідівна

**ЕКОЛОГІЧНІ МАЛОГАБАРИТНІ
БЛОЧНО-МОДУЛЬНІ
БІОРЕАКТОРИ**

05.26.05 - Інженерна екологія

05.23.04 - Водопостачання та каналізація

Автореферат

дисертації на здобуття наукового ступеню
кандидата технічних наук

Макіївка-1996

636.082
628.1
328.2

Ав. 36.208

Дисертація є рукописом.

Робота виконана на кафедрі ЛННБ України ім.В.Стефаніка
Донбаській державній академії

/ДонДАБА/



00743889 (\$)

Науковий керівник: доктор технічних наук, професор,
академик АІНУ М. І. Куліков

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор,
член кореспондент ІАНУ С. П. Висоцький
кандидат технічних наук,
доцент, член кореспондент МАНЕБ С. М. Епоян

Провідна організація: АП "Донбаскомунпроект"

Захист відбудеться "19" грудня 1996 г. о 13 год
на засіданні Спеціалізованої Ради Д 27.01.01 у
Донбаській державній академії будівництва і архітектури
за адресою: 339023, Україна, Донецька обл., м. Макіївка,
вул. Державіна, 2.

С дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці ДонДАБА

Автореферат разісланий "19" листопада 1996р.

Вчений секретар
Спеціалізованої Ради
д. т. н., професор

В. І. Братчун

УМОВНІ ОБОЗНАЧЕННЯ

БПК₅, БПК₂₀ - біохімічна потреба у кисні протягом
п'яти та двадцяти діб відповідно;

ХПК - хімічна потреба у кисні;

СПАР - синтетичні поверхньо-активні речовини;

q - навантаження по БПК;

ρ - питома швидкість окислення;

OM - окислювальна потужність;

P - приріст;

С - зняті змулені речовини;

L - знята БПК;

I - муловий індекс;

x - концентрація біомаси.

ЛНБ ім. В. Стефаника
АН України

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ.

Актуальність роботи. Вода займає особливе місце серед природних багатств Землі. Завдяки великому розповсюдженню і виключній ролі в природі вода завжди була, є і буде першоджерелом життя. Від її чистоти залежить здоров'я людства. За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ) - 80% усіх хвороб на нашій планеті обумовлено забрудненням води.

В умовах гострої екологічної кризи, викликаної високим рівнем концентрації промисловості, необґрунтованою господарчою діяльністю, оздоровлення водного середовища розглядається на Україні як одне з найважливіших умов виживання нації.

Для вирішення цієї проблеми потрібні розробки та як найскоріше освоєння нових високоефективних технологій і споруд для біологічного очищення стічних вод. До них відносяться станції очистки із застосуванням компактних зблокованих модульних споруд. Такі споруди з використанням біологічних методів очищення мають економічні та технологічні переваги порівняно з іншими технологіями очищення.

Тому основним напрямком роботи з'явилася розробка технології для очищення побутових стічних вод та конструкції на основі модульного принципу і секціювання, яка завдяки своїм конструктивним та технологічним параметрам дає змогу отримати високий ефект очищення.

Метою досліджень є розробка екологічної багатоступеневої блочно-модульної установки для очищення побутових стічних вод і отримання обчислювальних залежностей для проектування реальних споруд, працюючих за запропонованою схемою.

Задачі досліджень.

Для досягнення поставленої мети необхідно було вирішити наступні задачі:

- провести дослідження складу та особливостей стічних вод до і після очищення на кожному ступені біореактору;

- розробити технологічну модель процесу біологічного очищення стічних вод у багатоступеневому біореакторі;

- виконати лабораторну та виробничу перевірки результатів досліджень та визначити техніко-економічну ефективність запропонованої конструкції;

- за результатами експериментальних даних вивести облікову залежність та рекомендації на проектування реальних споруд, працюючих за запропонованою схемою;

Наукова новизна роботи полягає у наступному:

- дано теоретичне і експериментальне обґрунтування багатоступінчатості та блочно-модульного рішення конструкції біореактору, що має розвинену площу поверхні для закріплення мікроорганізмів та забезпечує сприятливі умови для їх життєдіяльності;

- розроблена технологічна схема багатоступеневого біореактору, що використовує перевагу особливостей закріпленої біомаси;

- встановлені параметри технологічного процесу очищення міських стічних вод у багатоступеневих біореакторах;

- запропонована методика обчислення багатоступеневих біореакторів;

- виконана техніко-економічна оцінка запропонованого технологічного процесу, що відбувається у даній очисній споруді.

Обґрунтованість та достовірність наукових положень.

висновків та рекомендацій підтверджується відповідністю параметрів роботи екологічних блочно-модульних біореакторів теоретичним закономірностям проходження технологічного процесу.

Практична значимість результатів роботи:

- запропонована, розроблена і випробувана у лабораторних, дослідно-промислових та виробничих умовах технологія очищення міських стічних вод в багатоступінчатих блочно-модульних біореакторах, що дає високий природоохоронний ефект;

- розроблена інженерна методика технологічного розрахування та дані рекомендації на проектування багатоступінчатих біореакторів;

- багатоступінчаті біореактори були впроваджені в проекти очисних споруд на об'єктах Донецької і Луганської областей, в Білорусії, Чехії, Греції та Китаї.

Апробація роботи. Матеріали дисертаційної роботи були надані у формі доповідей на міжнародній конференції "Біологія і біотехнологія очищення води" у Полтаві 17-19 листопада 1992 р. та науково-технічній конференції у Донбаській державній академії будівництва і архітектури 17-19 листопада 1993г.

Публікації. За матеріалами дисертаційної роботи опубліковані три статті, тези доповідей на двох конференціях і отримано патент Росії на винахід.

Обсяг і структура роботи. Дисертація складається із вступу, шести глав, загальних висновків, списку літератури з 111 найменувань і додатків. Містить 148 сторінок, у тому числі 35 малюнків і 17 таблиць.

ЗМІСТ РОБОТИ.

1. Стан питання. В нинішній час для очищення малої кількості побутових стічних вод у світовій практиці застосовують біологічну технологію з використанням різних модифікацій біофільтрів або аеротенків.

Процес біофільтрації достатньо вивчений науковими школами під керівництвом С. В. Скирдова, Ю. В. Воронова, П. І. Гвоздяка, І. М. Таварткіладзе, М. І. Кулікова, Ю. О. Фефанова, С. Адамса та В. Еккенфельдера. В біофільтрах вдається вилучити забруднення із стічних вод за порівняно короткий період часу, але необхідне безперервне подання стічних вод і велика площа поверхні насадки для утримання біоплівки. При цьому має місце замулення біофільтрів та зниження ефективності процесу очищення. Біофільтри добре працюють на неповну очистку з постійним гравітаційним навантаженням.

Очищення стічних вод в аеротенках розроблено, теоретично та практично реалізовано в сучасних конструкціях очисних установок для різних умов їх будівництва та експлуатації (роботи І. В. Скирдова, В. М. Швецова, Е. С. Разумовського, Б. Н. Репіна, Т. А. Карюкіної, М. А. Евилевича, Н. А. Лукіних, М. М. Земляка). При високій надійності роботи аеротенків зі змінними за складом та витратами стічних вод залежно від часу, аеротенки мають наступні недоліки: високу енергоємність; низьку ефективність використання кисню повітря та окислювальної потужності біоценозу активного мулу; викиди в атмосферу мікробних аерозолей та газоподібних продуктів окислення органічних речовин, комунікації, що мають велику довжину повітро- та мулопроводів.

Для інтенсифікації процесу очищення стічних вод рекомендується використовувати біореактори із сумісною

роботою прикріплених та вільноплаваючих гідробіонтів, тобто комбінацію біофільтрів та аеротенків. Це дозволить запобігти перелічених вище недоліків.

Багатоступінчате виконання біологічного процесу очищення стічних вод з урахуванням кінетики окислення забруднень мікроорганізмами забезпечує скорочення розмірів, а відповідно і вартості очисних установок.

На невеликих очисних станціях протягом доби можливі коливання витрат і концентрацій забруднень в 3...10 разів, що відображається на якості очищених стічних вод при відсутності осереднювача. Аналіз літературних джерел дозволяє відзначити:

- осереднювання складу та витрат стічних вод дає змогу стабілізувати якість очищеної води;

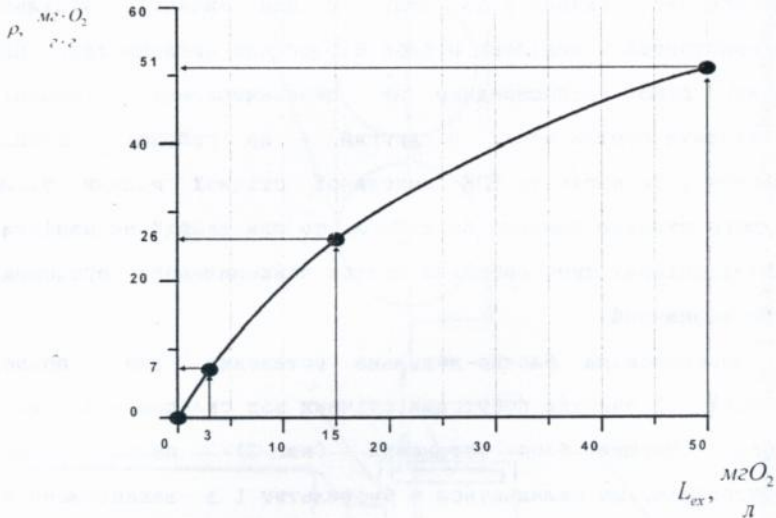
- використання багатоступінчатих біореакторів у блочно-модульному виконанні гарантує зменшення розмірів очисних станцій та зниження затрат на будівництво;

- сполучення на першій стадії очищення біофільтрів з аеротенками перемінного рівня води забезпечує стійкість роботи усієї очисної станції.

Відсутність обґрунтованих параметрів багатоступінчатих процесів зі сполученням осереднення, біологічної очистки, роботи вільноплаваючого і прикріпленого біоценозів викликали необхідність у проведенні цих досліджень.

2. Теоретичні передумови. Процес біологічного очищення підкоряється закономірностям ферментативної кінетики (мал. 1). Аналізуючи становище стійких біоценозів виявлена доцільність улаштування не менше, ніж трьох ступенів біореакторів для очищення побутових стічних вод: I - БПКвих на рівні 50 мгО₂/л, II - 15 мгО₂/л, III - 3 мгО₂/л,

тобто мінімальна кількість ступенів повинна дорівнювати трьом.



Мал. 1. Залежність питомої швидкості окислювання ρ від БПК виходу L_{ex} .

Концентрація забруднень на рівні 15 і 50 mgO_2/l дозволить працювати з вільно-плаваючим та прикріпленим біоценозом. При біохімічній потребі у кисні 3 mgO_2/l робота біореакторів можлива виключно з іммобілізованими гідробіонтами. Якщо працювати на параметрах якості глибоко очищеної стічної рідини (БПКповн=3 mgO_2/l), то єдиний ступінь біореактору буде мати великий об'єм, тому що питома швидкість окислювання дорівнює 7 mgO_2/l . Якщо використовувати три ступеня біореакторів - розмір очисних споруд значно зменшиться.

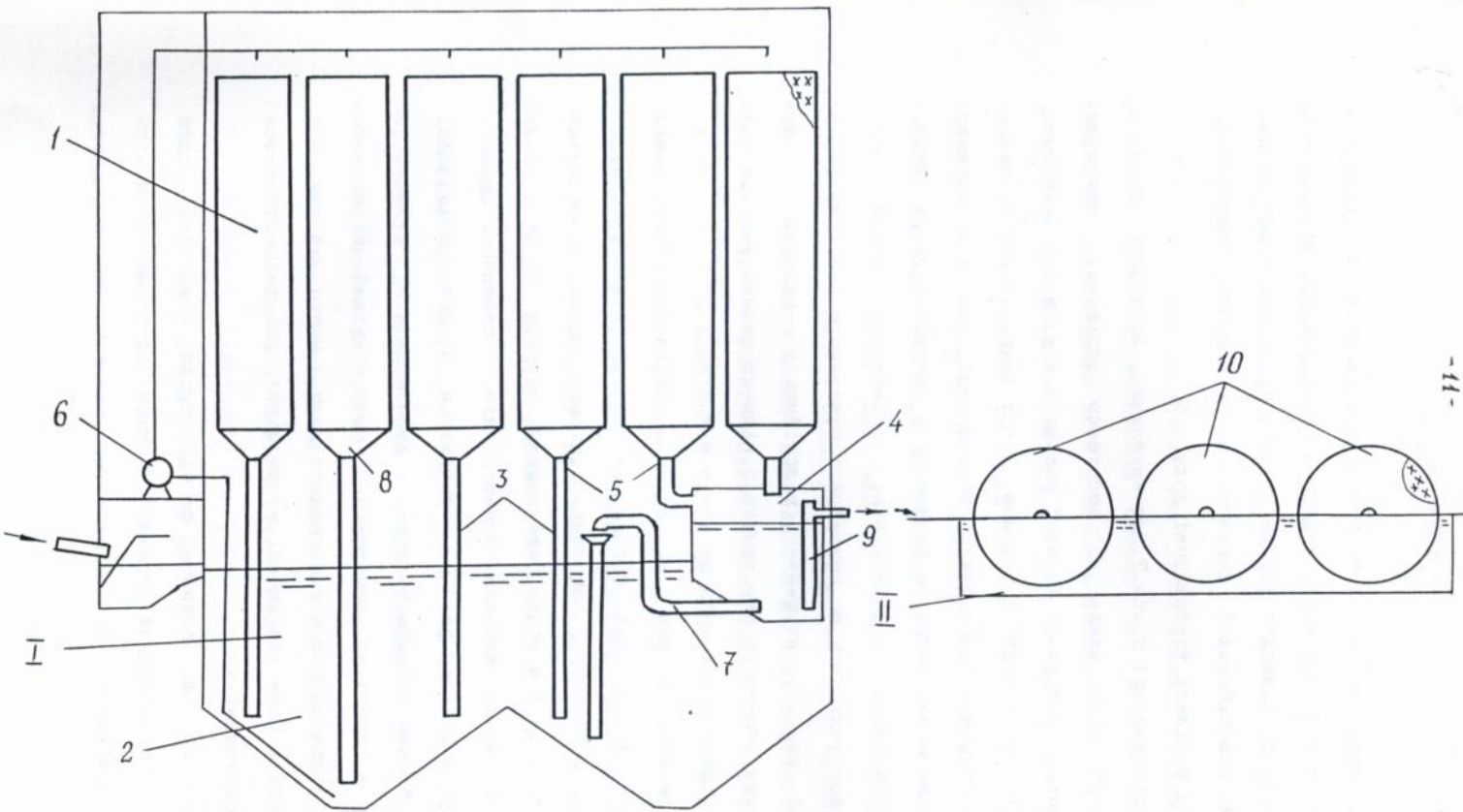
Об'єктивні предумови доцільності використання розподіленої багатоступеневої блочно-модульної схеми очисних споруд обумовлені також тим, що напірні

каналізаційні трубопроводи (узбережжя Азовського моря, Владивостоку, Петропавловськ-Камчатського та інш.) великого протягу часто виходять із ладу. В цих випадках доцільно використовувати виділену у блок біологічну предочистку. При цьому, якщо безпосередньо на перекачувальній станції розмістити перший блок, а другий - на районній станції очистки і забезпечити БПК вихідної стічної рідини після першого ступеню близько 50 мгО₂/л, то при аварії на напірних каналізаційних трубопроводах збиток навколишньому середовищу буде незначний.

Запропонована блочно-модульна установка для повної біологічної очистки побутових стічних вод складається з двох блоків. Перший блок установки (мал.2) являє собою конструкцію, що складається з біофільтру 1 з завантаженням, аеротенку 2 з аераторами 3, вторинного відстійника 4, трубопровода подачі мулової суміші 5 на рециркуляцію та у вторинний відстійник, рециркуляційного насосу 6 та трубопроводу зворотнього мулу 7.

Розташування біофільтру над аеротенком-осереднювачем дозволяє забезпечити компактність блочно-модульної споруди, що край необхідно в гірських районах, на узбережжі морів та інших водоймищ з зонами відпочинку, а також на території з високою вартістю землі.

Біофільтр доцільно розташувати над резервуаром аеротенка-осереднювача витрат стічних вод таким чином, щоб стікаюча мулова суміш була поділена за допомогою піддонів фільтруючих елементів 8, що закінчуються аераційними трубами струмінних аераторів аеротенків або трубопроводами подачі мулової суміші у вторинні відстійники, на два потоки. Співвідношення витрат, в яких повинно дорівнювати



Мал.2. Конструкція багатоступеневого блочно-модульного біореактору. I - блок - модуль біореактору. 1 - біофільтр; 2 - аеротенк; 3 - аератори; 4 - вторинний відстійник; 5 - трубопровід подачі мулової суміші; 6 - насос; 7 - трубопровід зворотнього мулу; 8 - піддон біофільтру; 9 - тонкошарові модулі. II - блок-модуль доочищення. 10 - біобарани.

співвідношенню кількості фільтруючих елементів, які віддають мулову суміш на струмінні аератори, до кількості фільтруючих елементів, що віддають мулову суміш у вторинні відстійники; вторинні відстійники 4 виконуються у вигляді резервуара, який має у складі тонкошарові модулі 9.

Переріз мулової труби 7 для виведення активного мулу з вторинного відстійника до аеротенку дорівнює перерізу трубопроводу подавання мулової суміші з піддонів фільтруючих елементів аерофільтру у вторинні відстійники. У вертикальній площині вторинні відстійники розташовані між фільтруючими елементами аерофільтру та резервуаром аеротенку таким чином, що мулова суміш з фільтруючих елементів аерофільтру самопливом надходить до резервуару вторинного відстійника, а активний мул із вторинних відстійників надходить до струмінних аераторів аеротенків з гідростатичним напором над рівнем рідини в останніх не менш ніж 2 м.

У зв'язку з тим, що витрата стічної рідини, яка надходить до очисних споруд змінна, а після очистки постійна, резервуар 2 аеротенку виконує поряд з функцією біореактора ще й функцію осереднювача витрати стічних вод. При надходженні витрати менше, ніж середньогодинна, резервуар аеротенку буде спорожнюватися, а при надходженні витрати більше середньогодинної - заповнюватися.

Якщо в резервуарі аеротенку є неспорожнілий об'єм, то біомаса вільноплаваючого активного мулу з цього об'єму або розжижується (при заповненні резервуару), або концентрується (при спорожненні).

Через те, що витрата стоків після установки для біологічного очищення стічної рідини постійна, а якість стоків стабільна, то витрати на очистку, що послідує,

зменшується в стільки разів, в скільки разів максимальногодинна витрата більше ніж середньогодинна, тому що споруди доочистки розраховуються на середньогодинну витрату стічних вод.

Перспективними насадками для іммобілізації гідробіонтів являються шетинисті матеріали (йорші або вії з лиски і капрону), використання яких дозволить формувати завантаження з високою питомою поверхнею (від 1,5 тис. м²/м³ до 10 тис. м²/м³) і пористістю (від 98 до 99%). Крім того, перевагою цих завантажень є відносно низька вартість і низький гідравлічний опір потоку води.

3. Об'єкти і методи дослідження. Об'єктами дослідження є побутові стічні води і біоценоз мікроорганізмів аеробних біореакторів. Дослідження проведені у вигляді спостережень і експериментів з використанням аналітичних і фізико-хімічних методів аналізу, а також математичного апарату для обробки отриманих експериментальних даних.

4. Основні результати експериментальних досліджень.

В третьому розділі наведені лабораторні дослідження першого блоку багатоступеневої блочно-модульної очисної споруди.

Лабораторна очисна установка дозволяла варіювати витрату, збільшувати і зменшувати навантаження на біомасу вільноплаваючого та прикріпленого біоценозів.

В результаті проведених дослідів на пілотній очисній споруді були отримані наступні залежності:

- визначені кінетичні константи рівняння Моно в інтервалі величин S від 15 до 50 мгО₂/л.

$$P = P_{\max} * S / (K_s + S); \quad (1)$$

де $P_{\max} = 88,028$ і $K_s = 33,257$.

- обчислено температурний коефіцієнт $K_t = 0,02215$. Для малих коливань температур залежність питомої швидкості окислення від температури досить добре описується апроксимованим Хельтманом рівнянням Арреніуса.

$$r_{T_{20}} = r_{T_w} 10^{K_t(T_{20} - T_w)}, \quad (2)$$

при $T_w > T_{20}$; де $r_{T_{20}}$ и r_{T_w} - питомі швидкості окислення, T_w - температура.

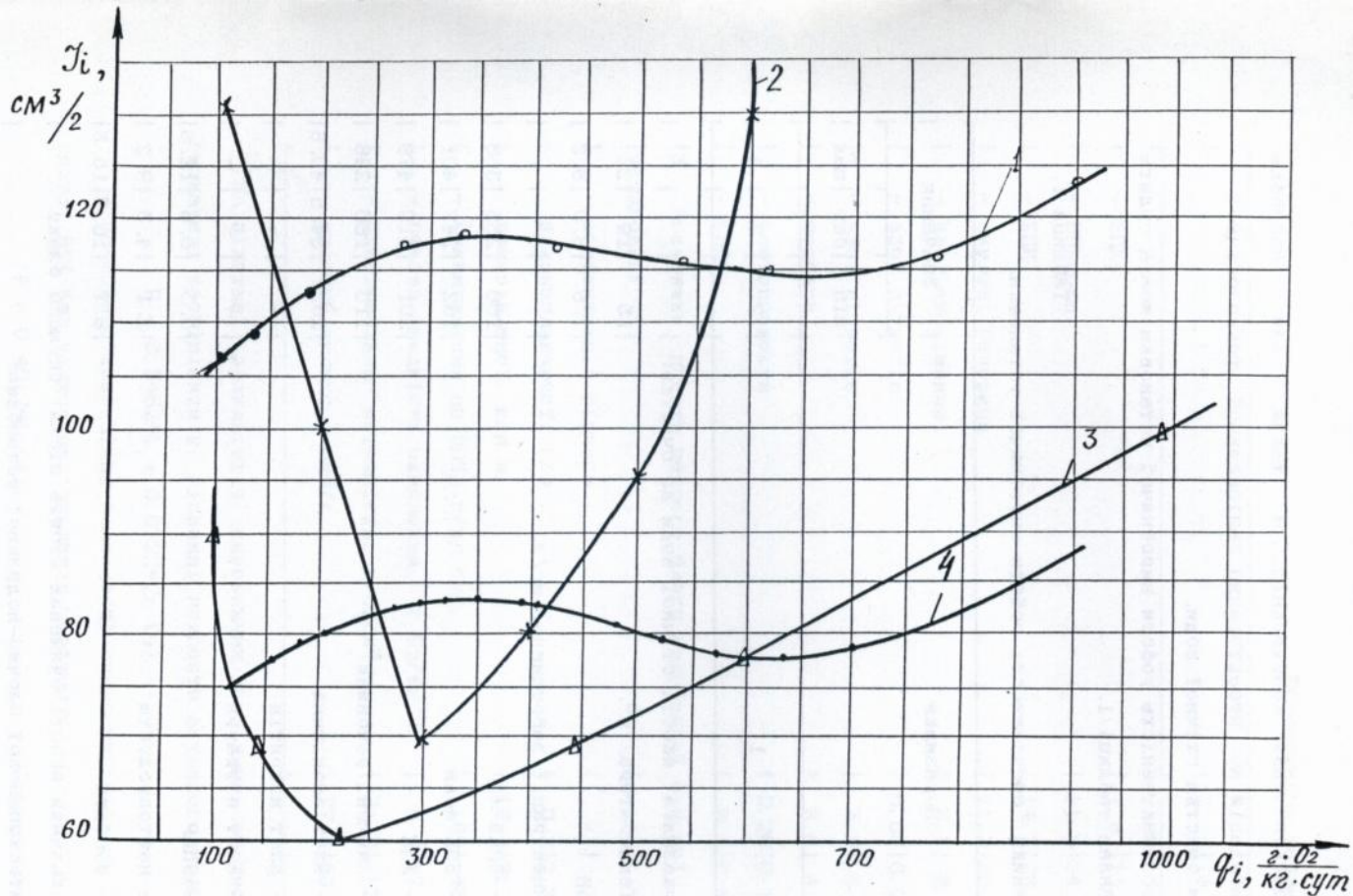
Температурний коефіцієнт K_t являється величиною постійною в деякому діапазоні температур для даного процесу.

- проведено порівняння характеру залежності мулового індекса биоценозу дослідної очисної установки від навантаження на мул з даними БНіП 2.04.03-85 і даними Л. Л. Пааля.

Криві, наведені на мал. 3, збудовані по експериментальним даним (N1), по виробничим (N4) по даним БНіП 2.04.03-85 (N2) та по даним Л. Л. Пааля (N3). Слід відмітити, що на кривій N1 відсутні різкі перепади, під час яких гідравлічні характеристики мула зі змінням навантаження різко погіршуються і робота очисних споруд в цей час нестабільна. При зміні навантаження як по кількості, так і по якості стічних вод в лабораторній установці технологічний процес біологічної очистки проходить стійко.

В четвертому розділі наведені результати досліджень блочно-модульної багатоступеневої очисної установки в виробничих умовах. Виробничі випробування проводились з метою спостереження за стійкістю роботи технологічного процесу і отримання статистичних даних щодо ефективності очистки.

Дані досліджень на експериментальній виробничій очисній установці послужили основою для подальшого вивчення роботи



Мал.3. Залежність мулового індексу I_i від навантаження на мул q_i : №1 - лабораторні дослідження; №2 - дані БНП; №3 - дані Л.Л.Паала; №4 - виробничі дослідження.

і удосконалення конструкції, а також для розробки рекомендацій на проектування раціональної технологічної схеми очистки стічної води.

Про ефективність роботи виробничої установки можна судити за даними таблиці 1.

Таблиця 1.

Показники ефективності роботи виробничої установки.

Показники	Значення		
	min	сер	max
1	2	3	4
1. Показники якості стічної води до очистки:			
Температура, С°	15	19	22
pH	7.8	8.0	8.2
Концентрації забруднень, мг/л.			
- БПК5	106	235	368
- БПК повн	162	247	401
- ХПК	201	310	479
- змулені речовини	115	180	246
- азот амонійний	28.7	34.5	40.6
- азот нітритів	-	-	-
- азот нітратів	-	-	-
- СПАР	5.3	8.6	12.5
- нафтопродукти	2.1	4.3	9.2
- фосфати	6.7	10.8	15.3
2. Показники якості очищених стоків після першого блоку багатоступеневої блочно-модульної установки:			

Продовження таблиці 1.

1	2	3	4
- БПК ₅	7.8	15.5	24.1
- БПК _{повн}	11.6	24.4	35.3
- ХПК	14.2	28.3	42.4
- змулені речовини	11.3	20.4	29.7
- азот амонійний	7.1	8.2	10.8
- азот нітритів	0.03	0.05	0.11
- азот нітратів	3.9	6.1	9.2
- фосфати	3.8	4.5	6.8
- нафтопродукти	0.28	0.73	1.15
- СПАР	0.5	0.85	1.2
3. Показники роботи першого блоку виробничої очисної установки:			
- концентрація біомаси вільноплаваючої, г/л	0.7	2.3	4.5
- прикріпленої, г/п. м.	19.7	21.9	28.4
- навантаження по БПК, г/кг сут.	165	437	705
- питома швидкість окислення, г O ₂ /кг ч.	6.8	17.3	29.3
- окислювальна потужність, г O ₂ /м ³ ч.	21.7	121	217
- муловий індекс, см ³ /г.	77.4	80.5	83.9

На підставі результатів виробничих досліджень статистично визначені коефіцієнти у рівнянні приросту активного мулу.

$$P = 0,3482^{\circ}L + 0,0722^{\circ}C; \quad (4)$$

- обчислено коефіцієнт залежності приросту біомаси від знятої БПК без урахування змулених речовин

$$P = 0.4012^{\circ}L \quad (5),$$

який може бути порівняний з даними БНіП 2.04.03-85 для аеротенків з продовженою аерацією (0,35);

На підставі статистичних даних встановлено, що відкоректоване в лабораторних умовах рівняння Арреніуса пріже і в виробничих умовах, не дивлячись на те, що проби відбиралися в різні періоди року. Це підтвержує, що температура є одним з основних параметрів, впливаючих на швидкість технологічного процесу;

Другий блок очисної установки, яка є блок-модулем напівзанурених, обертаючихся біобарабанів вивчався в виробничих умовах на стоках від селища радгоспу "Спартак".

Ефективність роботи ступеню доочистки наведена в таблиці 2.

Таблиця 2.

Значення показників складу доочистки стічних вод по ступеням трьохступеневої установки біобарабанів.

Показники складу стічних вод	Значення показників складу стічних вод по ступенях установки			
	вихідний сток	1-а ступінь	2-а ступінь	3-а ступінь
1. Змулені речовини	57.0-60.0	26.0-41.2	10.0-18.0	3.0-5.0
2. БПКповн, гО ₂ /м ³ .	38.0-40.0	15.0-25.0	8.0-18.0	3.0-5.0
3. Розчинений кисень, гО ₂ /м ³ .	0.8-2.0	2.5-3.9	4.0-5.5	5.2-6.4
4. Азот амонійний, г [NH ₄ ⁺]/м ³ .	11.0-12.5	5.0-6.0	2.5-7.0	0.5-1.5

Продовження таблиці 2.

1	2	3	4	5
5. Азот нітратів, г $[\text{NO}_3^-]/\text{м}^3$.	0.1-0.2	0.2-2.3	0.6-8.7	1.4-11
6. Фосфати, г $[\text{P}_2\text{O}_5]/\text{м}^3$.	5.5-5.8	5.2-5.7	4.6-4.9	4.2-4.6
7. Біомаса прикріплених мікроорганізмів, кг/м ³ .	-	2.5-3.5	1.6-2.1	1.0-1.5

5. Практичне застосування результатів досліджень.

Результати досліджень знайшли відображення у розробці проектів очисних споруд на об'єктах Донецької і Луганської областей, в Білорусії, Китаї, Чехії та Греції.

У п'ятому розділі дано рекомендації на проектування багатоступеневих блочно-модульних очисних установок біологічної очистки побутових стічних вод.

За результатами досліджень розроблена розрахункова програма на ЕОМ для проектування багатоступеневих блочно-модульних установок. Діапазон рекомендованих до використання даної установки з продуктивністю стічних вод від 25 до 2000 м³/доб (при нормі водовідведення 200-250 л/люд за добу).

У шостому розділі показана економічна ефективність впровадження нової технології - очистки побутових стічних вод у малогабаритних багатоступеневих блочно-модульних

установках. Річний економічний ефект, отриманий від запровадження нового технологічного рішення склав близько 2 тис. гривень для очисної станції продуктивністю 200 м³/добу при собівартості очистки 9.3 коп/м³ в умовах Донбасу. Відвернутий екологічний збиток для очисної станції продуктивністю 2000 м³/добу дорівнює 6620 грн на рік.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.

1. Розроблена і досліджена нова екологічна малогабаритна установка для очистки побутових стічних вод, яка представляє собою компактний багатоступеневий блочно-модульний біореактор, який відрізняється високою ефективністю очистки, надійністю в роботі в умовах коливань складу і витрат стічних вод, простотою керування процесом.

2. Технологічна схема, яка включає до свого складу два блочних багатоступеневих модуля, що складаються з комбінованої споруди аеротенка і біофільтра та з багатоступеневих біобарабанів на базі використання прикріплених мікроорганізмів, може бути реалізована як на одному майданчику, так і побочно на різних відповідно з екологічним станом та економічною доцільністю.

3. Показано, що процес біологічної очистки у першому блоці підкоряється залежностям ферментативних реакцій
$$P = P_{\max} \times S / (K_s + S)$$
 зі статистичними значеннями коефіцієнтів $P_{\max} = 88,028$; $K_s = 33,257$.

4. Встановлено, що циркулюючий активний мул у першому блоці має специфічну характеристику, як по гідравлічним параметрам, так і по приросту, де
$$P = 0,348eL + 0,072eC$$
.

5. Визначено, що характер температурного впливу на швидкість технологічного процесу в блочно-модульному

біореакторі описується апроксимуючим співвідношенням Арреніуса $R_{T_{20}} = R_{T_w} 10^{0,0221(T_{20} - T_w)}$, якщо $T_w > T_{20}$ за допомогою якого всі дослідні значення швидкості технологічного процесу можуть бути приведені до єдиної температури.

6. Знайдено, що технологічні параметри другого блоку очистки (блоку біобарабанів) склали $R_{max} = 57,9$; $K_s = 34,5$. У другому блоці багатоступеневої установки проходить глибока біологічна очистка.

7. Розроблена інженерна методика розрахунку багатоступеневої блочно-модульної установки і складена програма на ЭОМ, які дозволяють виконати передпроектні проробки і підготувати рекомендації на проектування.

8. Використання розробленої багатоступеневої блочно-модульної споруди для очистки побутових стічних вод продуктивністю 2000 м³/добу дає можливість отримати відвернений екологічний збиток 6620 гривень на рік.

Основний зміст дисертаційної роботи викладено у наступних публікаціях:

1. Беяева Е. Л. Конструкция очистной установки для локальной биологической очистки сточных вод молокозавода перед сбросом в городскую канализацию. //Инженерные решения экологических проблем Донбасса. Сб. научных трудов. Киев УМК ВО, 1992, с. 64-70.

2. Куликов Н. И., Беяева Е. Л. Блочно-модульная инергосберегающая очистная установка бытовых сточных вод. // Тезисы докладов конференции "Биология и биотехнология очистки воды" 17-19 ноября 1992 г., г. Полтава.

3. Куликов Н. И., Беяева Е. Л. Результаты исследований работы экспериментальной установки аэрофильтров с поддоном и

илюстратором. // Тезисы докладов научно-технической конференции профессорско-преподавательского состава института. Донбасский инженерно-строительный институт. Макеевка, 17-19 ноября 1993 г.

4. Беляева Е. Л. Конструкция многоступенчатого биореактора биологической очистки бытовых сточных вод. // Вестник ДГАСА. Выпуск 95-1/1, с. 134-135.

5. Патент России N 2051129 МКИ ³ С 02 F 3/30. Устройство для биологической очистки сточной жидкости. / Куликов Н. И., Куликова Е. Н., Куликова Л. Н., Беляева Е. Л. опубл. 27.12.95. Бюл. N 36.

6. Беляева Е. Л. Результаты исследований и область применения экологических многоступенчатых малогабаритных блочно-модульных биореакторов для очистки бытовых сточных вод. // Вестник ДГАСА. Выпуск 96-3(4).

ABSTRACT.

Belyaeva E. L. Ecological small block-modulus bioreactors. Thesis for candidate's degree 05.26.05 - Engineering ecology and 05.23.04 - Water supply and sewerage, Donbass State Academy of Building and Architecture.

This paper describes the method of rational design choice of multistage block-modulus treatment plant and optimal technology process of biological purification of small quantity sewage.

The primary treatment stage takes place in equalizer, biofilter and airtank. The second stage is secondary treatment in rotating biological contactors. The removal of organic compounds (COD, BOD, suspended solids, detergents etc.) The paper presents the recommendations for such plant

design. This method has a great effect on environment protection.

АННОТАЦИЯ

Беляева Е. Л. Экологичные малогабаритные блочно-модульные биореакторы.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальностям 05.26.05 - Инженерная экология и 05.23.04 - Водоснабжение и канализация, Донбасская государственная академия строительства и архитектуры, Макеевка, 1996 г.

Работа посвящена выбору рациональной конструкции многоступенчатой блочно-модульной комбинированной установки и оптимального технологического процесса биологической очистки небольшого количества бытовых сточных вод.

Первая ступень очистки бытовых сточных вод происходит в комбинированной установке - усреднитель - биофильтр - аэротенк. Вторая ступень - доочистка на биобарабанах. Очистка от органических веществ (БПК, ХПК, взвешенных веществ, СПАВ и т. д.) связана с совмещением прикрепленной и свободно-плавающей биомассы. Разработаны рекомендации на проектирование данной установки. Получен природоохранный эффект от применения многоступенчатой блочно-модульной очистной установки.

Ключові слова: блочно-модульна установка, доочистка, осереднювач, аэротенк, биофильтр, муловый индекс, прирост активного ила.

Заказ 029/96
Отпечатано в ДГАСА

РНС
СМС

437304

AB 36.208