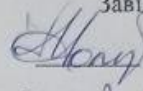


НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ і
мені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Факультет біотехнології і біотехніки
Кафедра біоенергетики, біоінформатики та екобіотехнології

До захисту допущено:

Завідувач кафедри

 Наталія Голуб
«2» серпня 2026 р.

Дипломний проєкт

на здобуття ступеня бакалавра

за освітньо-професійною програмою «Біотехнології»

спеціальності 162 «Біотехнології та біоінженерія»

на тему: «Аеробна біотехнологія очищення стічних вод м'ясокомбінату»

Виконала:

студентка IV курсу, групи ББ-21

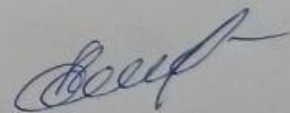
Черкасова Софія Сергіївна



Керівник:

Професор, д.т.н., професор

Саблій Лариса Андріївна



Рецензент: Професор кафедри промислової біотехнології
та біофармації, д.б.н

Дуган Олексій Мартем'янович



Засвідчую, що у цьому дипломному проєкті
немає запозичень з праць інших
авторів без відповідних посилань.

Студент



Київ 2026

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Факультет біотехнології і біотехніки

Кафедра біоенергетики, біоінформатики та екобіотехнології

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність – 162 «Біотехнології та біоінженерія»

Освітньо-професійна програма «Біотехнології»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор ТОВ «ОСТВА»

Віктор ПУЦИК
(підпис) (ім'я, прізвище)

«14» квітня 2026

Завідувач кафедри

Наталія ГОЛУБ
(підпис) (ім'я, прізвище)

«14» квітня 2026

ЗАВДАННЯ

на дипломний проєкт студенту

Черкасовій Софії Сергіївній

1. Тема проєкту: «Аеробна біотехнологія очищення стічних вод м'ясокомбінату», керівник проєкту д.т.н., професор Саблій Лариса Андріївна затверджені наказом по університету від «27» травня 2026 р. № 154/с

2. Термін подання студентом проєкту: 2. червня 2026р

Вихідні дані до проєкту: розрахункова витрата стічних вод 8500 м³/добу; промислове підприємство – м'ясокомбінат. Концентрації забруднень стічних вод м'ясокомбінату в мг/дм³: завислі речовини – 510-700 мг/дм³; жири – 16-21 мг/дм³; БСК_{повн} – 4100-6300 мг О₂/дм³; ХСК – 5200-7300 мг О₂/дм³;

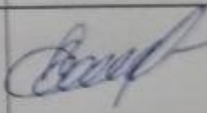
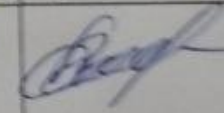
					КББЕ.ББ2120.ДП			
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Завдання	Літ.	Арк.	Архувів
Розроб.		Черкасовій С.						
Перевір.		Саблій Л.А.						
Реценз.								
Н. Контр.								
Затверд.		Саблій Л.А.						
						КПІ ім. Ігоря Сікорського, ФБТ		

СПАР – 3,3-3,8 мг/дм³; фосфати – 13,3-15 мг/дм³; азот амонійний – 30-34 мг/дм³, рН – 9-11,7. Температура суміші стічних вод, що поступають на очисні споруди: середньорічна температура стічних вод 20 °С.

4. **Зміст пояснювальної записки:** характеристика стічних вод м'ясокомбінату; характеристика аеробного активного мулу, обґрунтування технології попереднього очищення стічної води м'ясокомбінату; біохімічні основи технологічного процесу очищення води; розрахунок показників суміші стічних вод міста та м'ясокомбінату; технологічна частина: вибір, розрахунок і характеристика обладнання для очищення суміші стічних вод міста та м'ясокомбінату; охорона праці й охорона довкілля.

5. **Перелік графічного матеріалу** (із зазначенням обов'язкових креслеників, плакатів, презентацій тощо): технологічна схема біотехнології очищення стічних вод м'ясокомбінату (А1); апаратурна схема біотехнології очищення стічних вод м'ясокомбінату (А1); креслення аеротенка (А1).

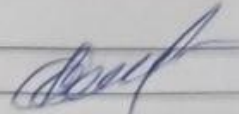
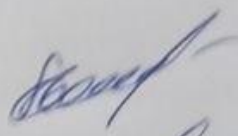
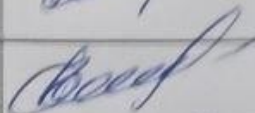
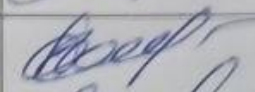
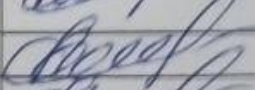
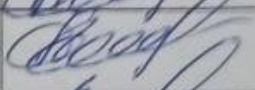
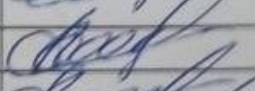
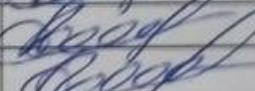
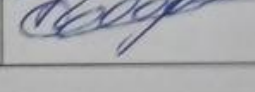
6. Консультанти розділів проєкту:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Графічна частина дипломного проєкту	Д.т.н., проф. Саблій Л.А		

7. Дата видачі завдання: 14.04.2026

КББЕ.ББ2120.ДП.ПЗ					Арх.
					3
Змн.	Арх.	№ докум.	Підпис	Дата	

Календарний план

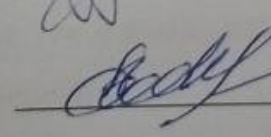
№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проєкту	Термін виконання етапів проєкту	Примітка
1	Вступ	27.04.2026	
2	Розділ 1. Характеристика стічних вод, біологічного агенту, обґрунтування очистки стічних вод м'ясокомбінату у місті Харків	30.04.2026	
3	Розділ 2. Біохімічні основи технологічного процесу	06.05.2026	
4	Розділ 3. Розрахунок, вибір та характеристика обладнання	11.05.2026	
5	Розділ 4. Технологічна частина	18.05.2026	
6	Безпека праці та охорони довкілля	20.05.2026	
7	Висновки	21.05.2026	
8	Оформлення графічної частини	27.05.2026	
9	Оформлення пояснювальної записки	02.06.2026	

Студентка

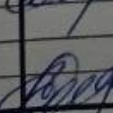


Черкасова Софія Сергіївна

Керівник проєкту



Саблій Лариса Андріївна

КББЕ.ББ2120.ДП.ПЗ					Календарний план		
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Лит.	Арк.	Архив
Розроб.		Черкасова С.С.		27.04.26		4	65
Перевір.		Саблій Л.А.		02.06.26			
Реценз.							
Н. Контр.							
Затверд.		Саблій Л.А.		02.06.26			

Календарний план

КПІ ім. Ізгоря Сікорського,
ФБТ

РЕФЕРАТ

Було здійснено літературний огляд, на основі якого було розроблено технологію аеробного двоступеневого неповного очищення стічних вод м'ясокомбінату з використанням носіїв іммобілізованих мікроорганізмів для інтенсифікації очищення

Пояснювальна записка: 65 сторінок, 1 рисунок, 9 таблиць, 18 використаних джерел, 1 додаток.

У дипломному проєкті описано стічні води та умови їхнього формування м'ясокомбінату. Було обґрунтовано вибір технології двоступеневого аеробного очищення стічних вод, яка включає в себе напірну реагентну флотацію, аеротенк-змішувач, вторинний відстійник аеротенк-витиснювач та третинний відстійник. Для інтенсифікації очищення, виділено половину коридору аеротенка-витиснювача під носії іммобілізованих мікроорганізмів. Технологія забезпечує очищення стічних вод до необхідних показників ГДК при скиді у систему водовідведення міста Харків.

Описано біологічні агенти, такі як: активний мул та прикріплена біоплівка. Також розглянуто біохімічні процеси, які відбуваються при аеробному біологічному очищенні.

Виконано розрахунки аеротенка-витиснювача та третинного відстійника, було обрано споруди за типовими проєктами. Розроблено апаратурну та технологічну схеми попереднього очищення стічних вод, які утворюються внаслідок виробничих процесів на м'ясокомбінаті. Виконано креслення аеротенка-витиснювача та схем.

Розглянуто заходи з захисту навколишнього середовища та охорони праці при експлуатації очисних споруд.

ВИРОБНИЧІ СТІЧНІ ВОДИ М'ЯСОКОМБІНАТУ, ПОПЕРЕДНЄ ОЧИЩЕННЯ, БІОЛОГІЧНЕ ОЧИЩЕННЯ, АЕРОБНЕ ОЧИЩЕННЯ, АЕРОТЕНК, АКТИВНИЙ МУЛ, НОСІЇ ІММОБІЛІЗОВАНИХ МІКРООРГАНІЗМІВ.

					КББЕ.ББ2120.ДП.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ABSTRACT

A literature review was conducted, on the basis of which a technology for aerobic two-stage incomplete treatment of wastewater from a meat processing plant using immobilized microorganisms carriers to intensify treatment was developed

Explanatory note: 65 pages, 1 figure, 9 tables, 18 sources used, 1 appendix.

The diploma project describes wastewater and the conditions for their formation at a meat processing plant. The choice of a two-stage aerobic wastewater treatment technology was justified, which includes pressure reagent flotation, an aerotank-mixer, a secondary settling tank, an aerotank-displacer, and a tertiary settling tank. To intensify treatment, half of the aerotank-displacer corridor was allocated for carriers of immobilized microorganisms. The technology ensures wastewater treatment to the required MPC when discharged into the Kharkiv city sewage system.

Biological agents are described, such as: activated sludge and attached biofilm. Biochemical processes that occur during aerobic biological treatment are also considered.

Calculations of the aerotank-displacer and tertiary clarifier were performed, structures were selected according to typical designs. An instrumental and technological scheme for the preliminary treatment of wastewater generated as a result of production processes at a meat processing plant was developed. Drawings of the aerotank-displacer and schemes were made.

Environmental protection and labor protection measures during the operation of treatment facilities were considered.

PRODUCTION WASTEWATER OF A MEAT PROCESSING PLANT,
PRELIMINARY TREATMENT, BIOLOGICAL TREATMENT, AEROBIC
TREATMENT, AEROTANK, ACTIVATED SLUDGE, CARRIERS OF
IMMOBILIZED MICROORGANISM

					<i>КББЕ.ББ2120.ДП.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗМІСТ

ВСТУП	7
РОЗДІЛ 1. ХАРАКТЕРИСТИКА СТІЧНИХ ВОД, БІОЛОГІЧНОГО АГЕНТУ, ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ОЧИСТКИ СТІЧНИХ ВОД М'ЯСОКОМБІНАТУ У МІСТІ ХАРКІВ	14
1.1 Характеристика виробництва продукції на м'ясокомбінаті та джерела утворення стічних вод	14
1.2 Характеристика виробничих стічних вод м'ясокомбінату	15
1.3 Вимоги скиду у мережу водовідведення міста Харків.....	16
1.4 Вибір та обґрунтування технології попереднього очищення виробничих стічних вод м'ясокомбінату.	18
1.5 Витрати виробничих стічних вод м'ясокомбінату	23
1.6 Характеристика біологічних агентів	24
1.6.1 Активний мул	24
1.6.2 Біоплівка.....	25
РОЗДІЛ 2. БІОХІМІЧНІ ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ	26
2.1 Перебіг біохімічних процесів у аеротенку	26
2.2 Характеристика очищених стічних вод м'ясокомбінату	28
РОЗДІЛ 3. РОЗРАХУНОК, ВИБІР ТА ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЛАДНАННЯ	29
3.1 Розрахунок аеротенка-витиснювача	29
3.2 Розрахунок третинних відстійників	32

					КББЕ.ББ2120.ДП.ПЗ								
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Зміст					Лім.	Арк.	Аркушів	
Розроб.	Черкасова С.С.											7	65
Перевір.	Саєлії Л.А												
Реценз.													
Н. Контр.													
Затверд	Саєлії Л.А.									КПІ ім. Ізгоря Сікорського, ФБТ			

РОЗДІЛ 4. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	34
4.1 Сировина та матеріали, які застосовуються в технології двоступеневого аеробного біологічного очищення стічних вод м'ясокомбінату	34
4.2 Опис прийнятої двоступеневої аеробної технології очищення стічних вод виробництва м'ясокомбінату	36
4.3 Контроль технологічних процесів двоступеневого аеробного біологічного очищення стічних вод м'ясокомбінату	41
4.4 Матеріальний баланс аеробного двоступеневого очищення стічних вод м'ясокомбінату	48
РОЗДІЛ 5. БЕЗПЕКА ПРАЦІ ТА ОХОРОНИ ДОВКІЛЛЯ.....	50
ВИСНОВКИ.....	56
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	57
ДОДАТОК А	60

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

АМ – активний мул;

БСК – біологічне споживання кисню;

ГДК – гранично допустима концентрація;

ЗР – завислі речовини;

НАМ – надлишковий активний мул;

РАМ – рециркуляційний активний мул;

СВ – стічні води;

СПАР – синтетичні поверхнево активні речовини;

ХСК – хімічне споживання кисню.

					<i>КББЕ.ББ2120.ДП.ПЗ</i>		
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.	Черкасова С.С.				Перелік умовних позначень		
Перевір.	Саблий Л.А.						
Реценз.							
Н. Контр.							
Затверд	Саблий Л.А.						
						Лім.	Арк.
							9
						Аркушів	65
						КПІ ім. Ізгоря Сікорського, ФБТ	

ВСТУП

Вода є одним з найважливіших ресурсів для людства. Вся промисловість, аграрна сфера та багато іншого базуються саме на ній. Через недбалість людства у водойми потрапляє величезна кількість забруднених стічних вод.

М'ясокомбінати не є виключенням, виробництво м'ясної та ковбасної продукції утворює велику кількість стічних вод, близько 40 млн. м³ по всьому світу. Також обсяги виробництва продукції даного типу становлять 2,4 млн. тон [1].

Очистка стічних вод від м'ясокомбінатів є дуже актуальною в Україні, бо таких підприємств дуже багато, близько 300 по всій країні [4].

На м'ясокомбінатах утворюються стічні води трьох типів: виробничі, душові та побутові, основною частиною забруднень є все таки виробничі. Забруднені стічні води м'ясокомбінатів мають неприємний запах та швидко гниють, мають високу мутність та темний колір. В стічні води у великих кількостях потрапляють жири, кров, сіль, нітрати, частки тканин тварин [1].

У стічних водах м'ясокомбінатів відзначається висока концентрація завислих речовин, жирів, БСК, ХСК, амонійного азоту, СПАР [1].

Скид стічних вод від м'ясокомбінату міста Харків відбувається у систему водовідведення міста. При попередній очистці використовується жировловлювач та решітка, також наявні флотатор та усереднювач, проте флотатор наразі несправний. Побутові та душові стічні води без очистки відводяться у мережу міста.

Стічні води виробництва скидаються у річку Лопань, що належить до басейну річки Сіверського Донця, яка впадає у води Дону. Відповідно Дон впадає у Азовське море [9].

					КББЕ.ББ2120.ДП.ПЗ		
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Вступ		
Розроб.	Черкасова С.С.						
Перевір.	Саблий Л.А.						
Реценз.							
Н. Контр.							
Затверд	Саблий Л.А.						
					Лім.	Арк.	Аркушів
						10	65
					КПІ ім. Ізгоря Сікорського, ФБТ		

Забезпечення належного очищення стічних вод є вкрай необхідним, бо перенавантаження системи водоочищення міста не дозволяє ефективно видалити забруднюючі речовини, що в свою чергу призводить до значного забруднення водойм України. Сіверський Донець має велике сільськогосподарське значення, водойма використовується для зрошення земель та для ведення рибного господарства. Сильне забруднення органічними речовинами призводить до масового розмноження мікродоростей та ціанобактерій, що може перешкоджати розвитку рибальського господарства.

Метою дипломного проекту є вибір та проектування технології попередньої біологічної очистки виробничих стічних вод м'ясокомбінату міста Харків для забезпечення ефективного очищення стічних вод від органічних речовин, сполук азоту та ін. забруднень відповідно до вимог скиду в міську систему водовідведення.

Об'єктом дослідження є стічні води, які утворюються на м'ясокомбінаті.

Предметом дослідження є технологія попереднього очищення стічних вод м'ясокомбінату, для забезпечення норм скиду у систему водовідведення міста Харків.

Новизна роботи полягає у використанні комплексного підходу до очищення стічних вод м'ясокомбінату, в якому наявна двоступенева біологічна очистка в аеробних умовах та попередня фізико-хімічна очистка, що дозволяє ефективно здійснити очистку стічних вод виробництва м'ясокомбінату від органічних забруднень, амонійного азоту та фосфору, що дозволить скид у систему водовідведення міста Харків, через норми гранично допустимих концентрацій.

Дипломний проект виконано на замовлення проектної організації ТОВ «ОСТВА». Результатом роботи є розроблені проектні рішення, які можна використовувати для проектування систем біологічного очищення стічних вод аналогічних підприємств – м'ясокомбінатів.

Для досягнення мети даного проекту необхідно виконати наступні завдання

					КББЕ.ББ2120.ДП.ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- провести аналіз літературних джерел, щодо технології біологічного очищення стічних вод м'ясокомбінатів та характеристик складу забруднень стічних вод;
- обґрунтувати та обрати ефективну та економічно доцільну технологію попередньої біологічної очистки стічних вод м'ясокомбінату, після

					КББЕ.ББ2120.ДП.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

- використання якої характеристики стічних вод відповідатимуть нормам скиду у систему водовідведення міста;
- навести характеристику активного мулу та очищених стічних вод, розглянути основні біохімічні процеси, які відбуваються в аеробних умовах;
- виконати технологічні розрахунки очисних споруд для очистки стічних вод;
- скласти апаратурну та технологічну схеми, виконати креслення аеротенку;
- навести заходи з забезпечення охорони праці та захисту довкілля.

					КББЕ.ББ2120.ДП.ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1. ХАРАКТЕРИСТИКА СТІЧНИХ ВОД, БІОЛОГІЧНОГО АГЕНТУ, ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ОЧИСТКИ СТІЧНИХ ВОД М'ЯСОКОМБІНАТУ У МІСТІ ХАРКІВ

1.1 Характеристика виробництва продукції на м'ясокомбінаті та джерела утворення стічних вод

Виробництво м'ясної продукції є дуже водовитратним, існує багато вимог до стерильності та умов виробництва. На підприємстві, де відсутній забій тварин і здійснюється лише переробка вже отриманих туш, склад стічних вод відрізняється від повного циклу м'ясопереробного виробництва. Зокрема, у таких стічних водах практично відсутні або наявні у мінімальних кількостях грубі механічні домішки тваринного походження (фрагменти тканин, кісток, щетини тощо), які характерні для стадії забою.

У стічних водах спостерігають високий вміст хвороботворних мікроорганізмів, органічних речовин та миючих засобів, які використовують для промивки та обробки м'ясної продукції. [2]

Основною продукцією м'ясокомбінату є ковбасні та м'ясні вироби, для виробництва яких відбуваються наступні виробничі процеси: варіння, різання, видалення кісток, соління, подрібнення, маринування, копчення, приправлення. Також джерелом стічних вод є кухонні пари, сушіння, очищення обладнання. Кухонні пари утворюються під час термічної обробки сировини та іноді від обробки обладнання паром. [3]

					КББЕ.ББ2120.ДП.ПЗ		
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Черкасова С.С.			ХАРАКТЕРИСТИКА СТІЧНИХ ВОД, БІОЛОГІЧНОГО АГЕНТУ, ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ОЧИСТКИ СТІЧНИХ ВОД М'ЯСОКОМБІНАТУ У МІСТІ ХАРКІВ		
Перевір.		Саблий Л.А.					
Реценз.							
Н. Контр.							
Затверд		Саблий Л.А.					
					Літ.	Арк.	Аркушів
						14	65
					КПІ ім. Ізгоря Сікорського, ФБТ		

1.2 Характеристика виробничих стічних вод м'ясокомбінату

У стічних водах м'ясокомбінату відзначається концентрація завислих речовин у діапазоні від 1200 до 2000 мг/дм³, жири - до 200 мг/дм³, а біологічне споживання кисню (БСК) має близько 1400–1500 мгО₂/дм³. Також у стічних водах даного виробництва високий вміст азоту – 20–200 мг/дм³ та амонійного – 5–15 мг/дм³ [1].

Витрата стічних вод становить 8500 м³/добу. У таблиці 1.1 наведено характеристику стічних вод м'ясокомбінату до процесу очистки на очисних спорудах. Коефіцієнти нерівномірності припливу стічних вод такі : максимальний – 1,44; мінімальний : 0,71.

Таблиця 1.1 – Показники забруднень у стічних водах м'ясокомбінату [5]

Показник, розмірність	Значення у стічних водах
Завислі речовини, мг/дм ³	510-700
ХСК, мг/дм ³	5200-7300
БСКповн, мг/дм ³	4100-6300
Азот амонійний , мг/дм ³	30-34
Жири, мг/дм ³	16-21
Фосфати, мг/дм ³	13,3-15
СПАР , мг/дм ³	3,3-3,8
рН	9-11,7

У таблиці 1.1 наведені діапазони в яких знаходяться значення забруднень у стічних водах, проте на виробництві є функціонуючи усереднювач, тому у систему водовідведення подається стічна вона з однорідними забрудненнями, які наведені у таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Концентрація забруднюючих речовин у стічних водах м'ясокомбінату після усереднювача

Показник, розмірність	Значення у стічних водах на виході з усереднювача
Завислі речовини, мг/дм ³	605

ХСК, мг/дм ³	6250
БСКповн, мг/дм ³	5200
Азот амонійний , мг/дм ³	32
Жири, мг/дм ³	18,5
Фосфати, мг/дм ³	14,2
СПАР , мг/дм ³	3,55
рН	10,35
Середньогодинна витрата СВ м ³ /год	354

1.3 Вимоги скиду у мережу водовідведення міста Харків

Для забезпечення ефективного функціонування та попередження перенавантаження системи водоочищення міста Харків, було встановлено нормативи по скиду у систему водовідведення, які наведені у таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Допустимі величини показників якості стічних вод, що скидають у мережу водовідведення міста Харків*

Показник, розмірність	Величина показників, не більше (крім рН)
Завислі речовини, мг/дм ³	300
ХСК, мгО ₂ /дм ³	750
БСК, мгО ₂ / дм ³	300
Азот амонійний, мг/ дм ³	18,0
Жири, мг/ дм ³	6,0
Фосфати, мг/ дм ³	6,0
СПАР, мг/ дм ³	0,5
рН	6,5-9

* Допустимі величини показників якості стічних вод, які надходять від споживачів на комплекс біологічного очищення (КБО) «Диканівський», згідно документу «Правила приймання стічних вод споживачів в каналізаційну мережу

м. Харків, затверджені рішенням № 321 сесії Міської ради м. Харків від 08.09.2010 р. із змінами і доповненнями, діючими на сьогоднішній день».

Концентрація звислих речовин перевищує у 2 рази за допустиме значення, ХСК – у більше ніж у 8 разів, БСК – у 18 разів, амонійний азот – майже в два рази, жири – в три рази, фосфати – близько в два рази, СПАР – у сім разів, а рН – на 1,35 од. рН перевищує верхню межу. При порівнянні таблиць 1.2 та таблиці 1.3, можемо зробити висновок, що стічні води даного виробництва не можна скидати у систему водовідведення міста Харків та мають пройти попередню очистку по переліченим вище показникам. Так як на підприємстві функціонує тільки усереднювач, то необхідне удосконалення очищення СВ даного виробництва.

У зв'язку зі значно підвищеними концентраціями зазначених забруднювачів, скидання неочищених стічних вод у міські очисні споруди м. Харкова є недопустимим без попереднього очищення. На даний момент на виробництві присутній тільки один функціонуючий усереднювач та жировловлювач, що не можуть забезпечити досягнення значень концентрацій забруднюючих речовин, при яких буде допустимий скид у систему водовідведення міста. Високий вміст поверхнево-активних речовин (СПАР) сприяє інтенсивному піноутворенню, що негативно впливає на роботу системи активного мулу та знижує ефективність біологічного очищення. Підвищена концентрація жирів призводить до утворення поверхневих плівок, які перешкоджають процесам аерації та масообміну. Крім того, високі значення біохімічного споживання кисню (БСК) зумовлюють дефіцит розчиненого кисню, що пригнічує життєдіяльність аеробних мікроорганізмів. Отже, застосування попереднього очищення стічних вод є необхідною умовою для забезпечення стабільної та ефективної роботи очисних споруд.

					КББЕ.ББ2120.ДП.ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.4 Вибір та обґрунтування технології попереднього очищення виробничих стічних вод м'ясокомбінату.

Зважаючи на високий рівень забруднень у стічних водах виробництва м'ясокомбінату звислими речовинами (510-700 мг/дм³), фосфатами (13,3-15 мг/дм³), амонійним азотом (30-34 мг/дм³), жирами (16-21 мг/дм³) та високий рівень БСК (4100-6300 мг/дм³) та ХСК (5200-7300 мг/дм³) та велику витрату (8500 м³/добу), рекомендується прийняти двоступеневе біологічне очищення стічних вод. Першим ступенем очистки може бути або аеробний спосіб, або анаеробний. Рекомендовано прийняти аеробний спосіб з використанням аеротенків (змішувального та витиснювального типів) через низку переваг, таких як: він надає високий ступінь очищення за органічними забрудненнями; висока ефективність окислення; висока ефективність видалення сполук азоту, фосфору; в процесі очистки утворюється надлишковий активний мул, який можна застосовувати як добриво після попередньої обробки. А недоліком використання анаеробних процесів є необхідність у використанні герметичних установок, що збільшує пожежну та вибухову небезпеку. Також найважливішим є те, що використання анаеробних технологій не дозволяє ефективно забезпечити очищення від сполук азоту та фосфору. Тому доцільним є використання процесів, які відбуваються у аеробних умовах.

					КББЕ.ББ2120.ДП.ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Схема обраної технології представлена на рисунку 1.

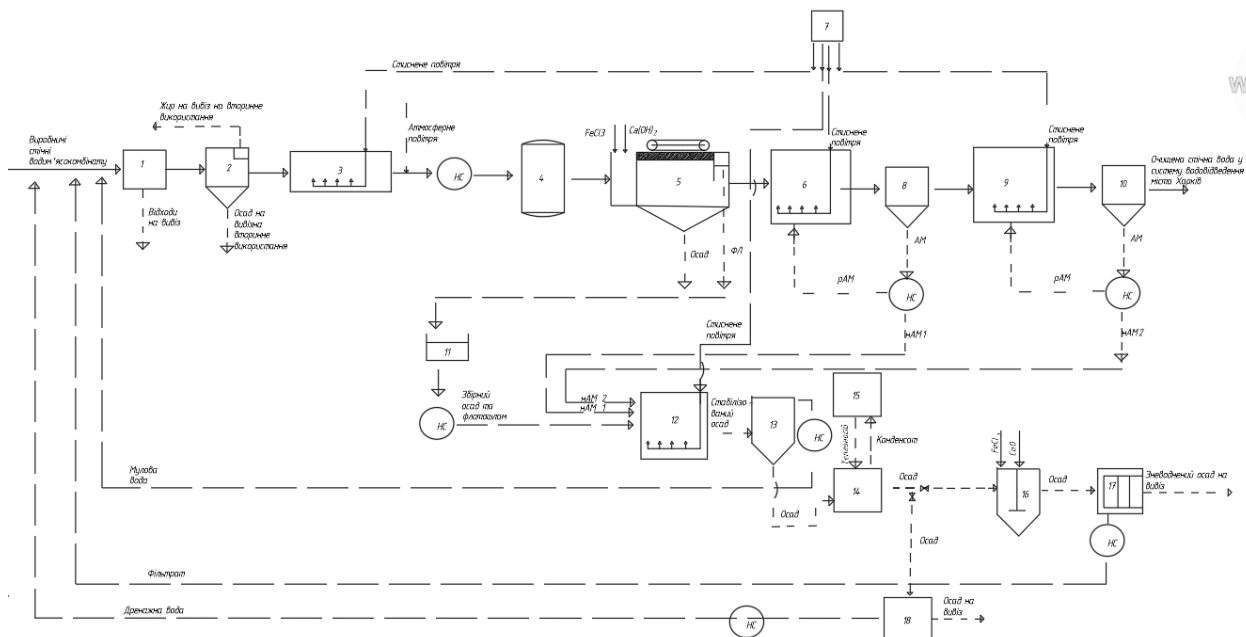


Рис. 1 – Схема прийнятої технології локального біологічного очищення виробничих стічних вод м'ясокомбінату, з використанням аеротенків:

1 – решітки; 2 – жироловлювач; 3 – усереднювач; 4 – напірний бак; 5 – напірний флотатор; 6 – аеротенк-змішувач; 7 – повітродувка; 8 – вторинний відстійник; 9 – аеротенк-витиснювач; 10 – третинний відстійник; 11 – збірник осаду та флотошламу; 12 – аеробний стабілізатор; 13 – ущільнювач осаду; 14 – камера дегельмінтизації; 15 – котельня; 16 – камера змішування з коагулянтном; 17 – фільтр-прес; 18 – аварійний муловий майданчик

У процесі виробництва на м'ясопереробних підприємствах утворюється значна кількість механічних домішок і жирів, що зумовлює необхідність оснащення системи очищення стічних вод решітками та жироловлювачем [6].

У зв'язку з неоднорідністю складу стічних вод доцільним є застосування усереднювача, який забезпечує вирівнювання концентрацій забруднюючих речовин і стабілізацію їх середніх значень перед подальшим очищенням та усереднення витрати стічних вод.

Так як стічні води м'ясопереробного підприємства характеризуються високим вмістом завислих речовин, то необхідне ефективне фізико-хімічне очищення перед подачею СВ у аеротенк. Доцільно застосувати метод напірної флоатації з використанням коагулянтів. Флоатаційні установки дозволяють

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КББЕ.ББ2120.ДП.ПЗ

Арк.

19

забезпечити ефективність очищення від завислих речовин на 90%, жирів – до 80%, а СПАР – до 80%. В свою чергу метод відстоювання може забезпечити очищення від завислих речовин тільки до 55%, тому більш доцільним є використання методу напірної флотації з використанням реагентів.

Також метод напірної флотації дозволяє отримати осад з меншою вологістю (94%), а при відстоюванні вологість становить близько 98%, що дозволяє зменшити об'єм утвореного осаду.

У процесі очищення як коагулянт застосовується FeCl_3 та $\text{Ca}(\text{OH})_2$. В напірному баці газ з повітря розчиняється у воді при тиску 0,2–0,3 МПа протягом 6,6 хвилин, після чого відбувається процес напірної флотації протягом 30 хв. Забруднення підіймаються на поверхню, за рахунок утворення агрегатів внаслідок прилипання частинок до бульбашок повітря, також утворюється флотаційний шлам, який відводиться. Застосування даного методу дозволяє знизити концентрацію завислих речовин до 121 мг/дм³, хімічного споживання кисню – до 3750 мг/дм³, а біохімічного споживання кисню – до 3120 мг/дм³, жири – до 1,85 мг/дм³, а СПАР – до 1,42 мг/дм³.

Було прийнято двоступеневу технологію очищення через високий показник БСК після проходження стічних вод через флотатор, тому, для ефективного очищення, було прийнято першим ступенем аеротенк-змішувач, а другим- аеротенк-витиснювач. Після стадії напірної флотації стічні води надходять до аеротенка змішувального типу для подальшого біологічного очищення. Далі водно-мулова суміш спрямовується до вторинного відстійника, де відбувається осадження активного мулу з подальшою його рециркуляцією в аеротенк. З огляду на недостатню ефективність очищення в аеротенку змішувального типу (ЗР 50 мг/дм³, БСКповн 936 мг/дм³, ХСК 2900 мг/дм³, азот амонійний 23,04 мг/дм³, СПАР 0,64 мг/дм³, жири 1,57 мг/дм³) технологічна схема доповнюється аеротенком витиснювального типу, що забезпечує більш повне видалення забруднюючих речовин (ЗР 15 мг/дм³, БСКповн 234 мг/дм³, ХСК 550, мг/дм³, азот амонійний 12,67 мг/дм³, СПАР 0,48 мг/дм³, жири 1,41 мг/дм³). Після відстоювання у третинних відстійниках, очищена стічна вода подається до

					КББЕ.ББ2120.ДП.ПЗ	Арк.
						2
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

централізованої системи водовідведення міста Харків, так як досягнуто ГДК, які мають такі значення : ($ZP \leq 300 \text{ мг/дм}^3$, $БСК_{\text{повн}} \leq 750 \text{ мг/дм}^3$, $ХСК \leq 300 \text{ мг/дм}^3$, азот амонійний $\leq 18,0 \text{ мг/дм}^3$, $СПАР \leq 0,5 \text{ мг/дм}^3$, жири $\leq 6,0 \text{ мг/дм}^3$).

Після очищення стічних вод необхідно здійснити обробку утвореного осаду. До його складу входять надлишковий активний мул, що утворюється у вторинних і третинних відстійниках, а також флоатошлам з осадом з флотатора, отриманий у процесі напірної флотації [6].

Для обробки осадів застосовано аеробний стабілізатор, який забезпечує пригнічення розвитку гнильної мікрофлори та підвищує мінеральну складову до 65%. Процес аеробної стабілізації полягає у тривалому насиченні осаду киснем протягом 10 діб, внаслідок чого відбувається біохімічне окиснення органічних речовин і втрачається його здатність до гниття, ступінь розпаду органічних речовин становить близько 40% [6].

З метою зменшення вологості та об'єму осадів здійснюється їх ущільнення. Спочатку використовується ущільнювач, після чого фільтр прес з використанням коагулянту (FeCl_3 при концентрації 6%) та вапна (концентрація 9%) для підлужування, така хімічна обробка осаду дозволяє збільшити продуктивність фільтр-пресу за рахунок кондиціонування осаду, що дозволяє покращити вологовіддаючі властивості. Вологість осаду після фільтр пресу становить 65%, дренажна вода подається на початок очисної системи, а осад на вивіз [7].

Після стадії ущільнення осад спрямовується до камери дегельмінтизації, де здійснюється його термічна обробка парою при температурі 65 градусів та час процесу складає 20 хвилин, що подається з котельні. Даний етап є критично важливим, оскільки осади стічних вод м'ясопереробних підприємств характеризуються підвищеним вмістом патогенних мікроорганізмів, у тому числі паразитарних форм, що потребує їх ефективної знезаражувальної обробки, що у даним методом складає близько 100% [1].

Ступінь очистки на всіх описаних вище етапах по різних показникам наведено у таблицях 4 та 5.

					<i>КББЕ.ББ2120.ДП.ПЗ</i>	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 4 – Показники забруднень після фізико-хімічного очищення стічних вод м'ясокомбінату

Показник	Вміст у стічних водах до очищення	Значення після усереднювача	Значення після флотації	ГДК
Завислі речовини, мг/дм ³	510-700	605	121	≤300
ХСК, мг/дм ³	5200-7300	6250	3750	≤750
БСКповн, мг/дм ³	4100-6300	5200	3120	≤300
Азот амонійний , мг/дм ³	30-34	32	25,6	≤18,0
Жири, мг/дм ³	16-21	18,5	1,85	≤6,0
Фосфати, мг/дм ³	13,3-15	14,2	1,42	≤6,0
СПАР , мг/дм ³	3,3-3,8	3,55	1,42	≤0,5

Жировловлювач розташований та зменшує забруднення жирами на 60% та частково завислі речовини на 10%[6].

Тобто після використання жировловки концентрація жирів буде становити 7,4 мг/дм³, а ЗР – 544,5 мг/дм³.

Таблиця 5 – Показники забруднень після двоступеневого біологічного очищення стічних вод м'ясокомбінату

Показник	Значення після аеротенку змішувача та	Значення після аеротенку витиснювача та	ГДК для скиду у систему водовідведення міста Харків

	вторинного відстійника	третинного відстійника	
Завислі речовини, мг/дм ³	50	15	≤300
ХСК, мг/дм ³	1130	150	≤750
БСКповн, мг/дм ³	940	90	≤300
Азот амонійний , мг/дм ³	23,04	12,67	≤18,0
Жири, мг/дм ³	1,57	1,41	≤6,0
Фосфати, мг/дм ³	1,35	1,28	≤6,0
СПАР , мг/дм ³	0,64	0,48	≤0,5

Для інтенсифікації очищення стічних вод прийнято використання носіїв з іммобілізованими мікроорганізмами у вигляді “сонце”. Даний носій дозволяє значно збільшити біомасу мікроорганізмів-очисників у аеротенку-витиснювачу.

Результати розрахунків показують, що прийнята технологія очистки стічних вод дозволяє досягнути значень ГДК.

1.5 Витрати виробничих стічних вод м'ясокомбінату

Середньогодинна витрата стічних вод [8]:

$$Q_{\text{сер.год}} = \frac{Q_{\text{сер.доб}}}{24} = \frac{8500}{24} = 354 \frac{\text{м}^3}{\text{год}}$$

Середньосекундна витрата стічних вод [8]:

$$Q_{\text{сер.с}} = \frac{Q_{\text{сер.год}}}{3600} = \frac{354}{3600} = 0,098 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

Середньосекундна витрата в дм³ [8]:

$$q_{\text{сер.с}} = Q_{\text{сер.с}} \cdot 1000 = 0,098 \cdot 1000 = 98 \frac{\text{дм}^3}{\text{с}}$$

Максимальна витрата стічних вод в м³ [8]:

$$Q_{\text{мах.год}} = K \cdot Q_{\text{сер.год}} = 1,44 \cdot 354 = 510 \frac{\text{м}^3}{\text{год}}$$

Де K – загальний годинний коефіцієнт нерівномірності водовідведення для м'ясокомбінату

1.6 Характеристика біологічних агентів

1.6.1 Активний мул

Метод очищення стічних вод у аеротенках базується на здатності мікроорганізмів у активному мулі використовувати органічні речовини як джерело живлення, внаслідок окиснення утворюються такі сполуки: H_2O , CO_2 , NO_3 , SO_4^{2-} , які забезпечують життєдіяльність мікроорганізмів[12].

Активний мул являє собою біоценоз мікроорганізмів, який переважно складається з мікроорганізмів. Склад активного мулу залежить від складу стічних вод, активний розвиток нитчастих бактерій (найбільш поширені *Nocardia*, *Microthrix*, *Nostoc*) може призводити до спухання активного мулу, що призводить до ускладнення осадження АМ. Причиною такого розмноження нитчастих бактерій є надлишок вуглеводнів та нестача фосфору. [5].

Основу біоценозу активного мулу складають бактерії, проте до нього належать також гриби, ціанобактерії, найпростіші (амеби, інфузорії, саркодові, джгутикові), багатоклітинні організми, такі як нематоди чи черви. Таке різноманіття організмів у активному мулі дає можливість забезпечити глибоке очищення стічних вод від органічних забруднень [12].

Найпоширенішими грам негативним безспоровими паличками у складі активного мулу є представники роду *Pseudomonas*, також у активному мулі присутні представники родів *Bacterium*, *Micrococcus*, *Sarcina*, *Bacillus*. Основна функція мікроорганізмів у активному мулі є розкладення органічних речовин, які присутні у стічних водах, та утворення позаклітинних ферментів з розщепленням завислих речовин. Також у активному мулі присутні дуже важливі представники нітрифікуючі бактерії та сіркобактерії, вони забезпечують очищення стічних вод від амонійного азоту та сірководню [15].

Гриби забезпечують мінералізацію органічних речовин, тому також відіграють важливу роль у очищенні стічних вод, основними представниками є *Fusarium* та *Nematosporangium*. Найпростіші забезпечують врегулювання кількості бактерій у активному мулі та освітлення стічних вод через споживання завислих речовин, найчастіше зустрічаються представники груп *Hypotricha*,

					КББЕ.ББ2120.ДП.ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

якими є *Aspidisca*, що можуть бути індикаторами, за якими можна оцінити якість активного мулу. Багатоклітинні організми, такі як коловертки, водні кліщі, черви, забезпечують оновлення активного мулу споживаючи відмерлу органіку та завислі частки. Основними представниками є *Philodina roseola*, *Cathypna luna* та *Nematoda* [15].

1.6.2 Біоплівка

Для інтенсифікації очищення стічних вод використовуються носії, на яких утворюється біоплівка з іммобілізованими мікроорганізмами. Даний спосіб дає змогу підвищити ефективність очищення від органічних сполук [17].

Біоплівка є утворенням з мікроорганізмів, яке формується через дії гідрофобних, електростатичних сил, сил Ван дер Ваальса та неспецифічної адгезії (прикріплення до біологічних поверхонь зумовлена взаємодією білків-адгезинів з рецепторами поверхні мембран клітин-мішеней). Біоплівки можуть складатись з одного виду мікроорганізмів чи з кількох (що зустрічається найчастіше). Утворення біоплівки на носіях дозволяє забезпечити час для розмноження нітрифікуючих бактерій [17].

Розвиток біоплівки має декілька стадій. Першим є прикріплення бактерій до носія, другий – це утворення мікроколоній, мікроорганізми щільніше прилипають до поверхні, третій – дозрівання, мікроорганізми починають формувати екзополісахаридний матрикс (забезпечує подальше прикріплення клітин, бере участь у взаємодії між мікроорганізмами), четвертий – це розростання біоплівки [17].

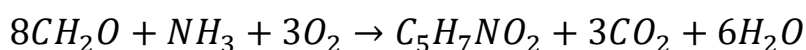
Для інтенсифікації очищення стічних вод прийнято використати носії іммобілізованих мікроорганізмів виду “сонце”. Даний тип носія має велику площу ($20,83 \text{ см}^2$) для розвитку мікроорганізмів та середнє значення біомаси на даному носії становить $0,83 \text{ мг/см}^2$, дозволяє стічним водам вільно проходити через конструкцію та дає змогу забезпечити більш глибоке очищення від сполук фосфору, складних органічних сполук та збільшує ефективність нітрифікації. Інокулятом виступає активний мул та заповнення носіями аеротенку становить 2/3 об’єму від поверхні води [5].

					КББЕ.ББ2120.ДП.ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

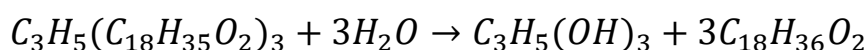
РОЗДІЛ 2. БІОХІМІЧНІ ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

2.1 Перебіг біохімічних процесів у аеротенку

В ході біологічного очищення стічних вод бактерії, які в активному мулі, отримують енергію за рахунок органічних речовин, також органічні речовини використовуються для нарощування біомаси. Окиснення субстрату (за рахунок чого мікроорганізми отримують енергію) відбувається за допомоги екзо- та ендоферментів. Під час розмноження мікроорганізмів відбувається споживання кисню, цей процес можна описати загальним рівнянням, як органіка переходить в біомасу [11].



Окиснення жирів відбувається за участі ліпази, вони розщеплюються до гліцерину та жирних кислот [11].

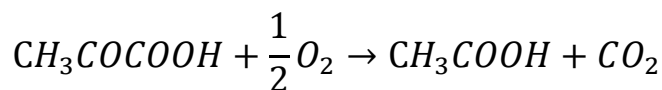


Утворений гліцерин далі розкладається до піровиноградної кислоти, а далі до вуглекислого газу з водою [11].

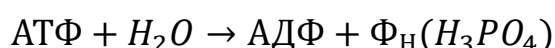
Мікроорганізми також забезпечують розкладання вуглеводів. Полісахариди розкладаються до олігосахаридів, а далі до моносахаридів. У процесі гліколізу дві молекули глюкози перетворюються на дві молекули піровиноградної кислоти. Надалі, у ході клітинного дихання, піровиноградна кислота зазнає окиснювального декарбоксилювання, яке здійснюється за участю комплексу ферментів, внаслідок реакції відбувається утворення енергії, оцтової кислоти та вуглекислого газу [11].

					КББЕ.ББ2120.ДП.ПЗ						
Зм.	Лист	№ докум.		Підпис	Дата						
Розроб.	Черкасова С.С.				Біохімічні основи технологічного процесу	Лім.		Арк.		Аркушів	
Перевір.	Саділії Л.А							26		65	
Реценз.						КПІ ім. Ізгоря Сікорського, ФБТ					
Н. Контр.											
Затверд	Саділії Л.А.										

Реакція утворення оцтової кислоти з піровиноградної:



Енергетичний рівень хімічних зв'язків є неоднаковим. Для звичайних зв'язків характерна енергія в межах 8–10 кДж/моль, тоді як макроергічні зв'язки мають значно вищий енергетичний потенціал — близько 25–40 кДж/моль. Молекула АТФ (аденозинтрифосфату) містить саме такі макроергічні зв'язки, однак вони є нестійкими. У процесі гідролізу АТФ та АДФ (аденозиндифосфату) відбувається вивільнення значної кількості хімічної енергії [18]:

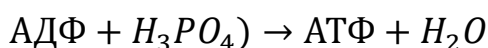


$$\Delta G^e = -30,5 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$$



$$\Delta G^0 = -27,6 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$$

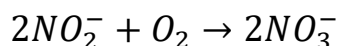
Поновлення АТФ у клітинах забезпечується приєднанням ортофосфорної кислоти до АДФ, що супроводжується поглинанням енергії енергії [18]:



Мікроорганізми активного мулу та біоплівки на носіях також забезпечують процес нітрифікації. Такі мікроорганізми є хемоавтотрофами, тобто вони використовують вуглекислий газ (як джерело вуглецю), а отримання енергії забезпечують окисненням неорганічних сполук до мінеральних, перетворення аміаку на нітриту, а потім на нітрати. Основні роди бактерій, які забезпечують нітрифікацію: *Nitrosospira*, *Nitrosococcus*, *Nitrosocystis*, *Nitrosovibrio*, *Nitrosolobus* [11].



Реакція перетворення нітриту у нітрати [11]:



					КББЕ.ББ2120.ДП.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

2.2 Характеристика очищених стічних вод м'ясокомбінату

Кінцевим продуктом технології є очищені стічні води від м'ясокомбінату, які були отримані після використання механічного очищення, флотації та аеробного двоступеневого неповного очищення. Отримані значення концентрацій (табл. 6) відповідають ГДК для скиду у систему водовідведення міста Харків.

Таблиця 6 – Характеристика попередньо очищених стічних вод м'ясокомбінату

Показник	Значення після попереднього очищення	ГДК для скиду стічних вод у систему водовідведення міста Харків
Завислі речовини, мг/дм ³	15	≤300
ХСК, мг/дм ³	150	≤750
БСКповн, мг/дм ³	90	≤300
Азот амонійний , мг/дм ³	12,67	≤18,0
Жири, мг/дм ³	1,41	≤6,0
Фосфати, мг/дм ³	1,28	≤6,0
СПАР , мг/дм ³	0,48	≤0,5

РОЗДІЛ 3. РОЗРАХУНОК, ВИБІР ТА ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЛАДНАННЯ

3.1 Розрахунок аеротенка-витиснювача

Розрахунок аеротенка-витиснювача, який забезпечує другий ступінь очищення відповідно до технології, що є неповним (ГДК БСК_{повн} – 300 мг/дм³), (Рис. 1).

Значення БСК_{повн} становить 940 мг/дм³ (Табл. 5).

Приймається аеротенк з регенерацією так як БСК_{повн} становить > 150 мг/дм³ [10].

Попередньо приймається доза активного мулу в зоні аерації в межах 2-4,5 г/дм³ та значення мулового індексу 70-100 см³/г.

Для прийнятих значень визначається ступінь рециркуляції активного мулу [8]:

$$R = \frac{a_a}{\frac{1000}{J} - a_a} = \frac{3}{\frac{1000}{85} - 3} = 0.3$$

де a_a – доза мулу, г/дм³. Приймається $a_a=3$ г/дм³;

J – муловий індекс, см³/г. Приймається $J=85$ см³/г.

Згідно з [ДБН, п. 6.145], значення R , при видаленні активного мулу з вторинних відстійників самопливом має бути 0,3, тому для подальших розрахунків приймаємо $R = 0,3$.

Доза активного мулу в регенераторі [8]:

$$a_p = a_a \cdot \left(\frac{1}{2R} + 1 \right) = 3 \cdot \left(\frac{1}{2 \cdot 0.3} + 1 \right) = 8 \text{ г/дм}^3$$

					<i>КББЕ.ББ2120.ДП.ПЗ</i>		
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.	Черкасова С.С.				<i>Технологічний розрахунок, вибір та характеристика обладнання</i>	Літ.	Арк.
Перевір.	Саблий Л.А.						29
Реценз.							65
Н. Контр.						КПІ ім. Ізгоря Сікорського, ФБТ	
Затверд	Саблий Л.А.						

Концентрація органічних забруднень за БСК_{повн} в суміші стічних вод та циркуляційного активного мулу [8]:

$$L_{\text{сум}} = \frac{C_{\text{сум.БСК}}^a + C_{\text{БСК}}^k \cdot R}{1 + R}$$

де $C_{\text{сум.БСК}}^a$ - показник БСК_{повн} стічних вод, що надходять в аеротенк ($C_{\text{сум.БСК}}^a = 940 \text{ мг/дм}^3$); $C_{\text{БСК}}^k$ - показник БСК_{повн} в очищеній воді після неповного біологічного очищення. $C_{\text{БСК}}^k = 300 \text{ мг/дм}^3$.

$$L_{\text{сум}} = \frac{940 + 300 \cdot 0,3}{1 + 0,3} = 792 \text{ мг/дм}^3$$

Тривалість обробки стічних вод в аеротенку [8]:

$$t_a = \frac{2.5}{\sqrt{a_a}} \cdot \text{Lg} \frac{L_{\text{сум}}}{C_{\text{БСК}}^k} = \frac{2.5}{\sqrt{3}} \cdot \text{Lg} \frac{792}{300} = 0,6 \text{ год}$$

Приймаємо тривалість обробки СВ 1 годину.

Питома швидкість окиснення забруднень, мг БСК_{повн} на 1 г беззольної речовини активного мулу за 1 год [8]:

$$\rho = \rho_{\text{max}} \cdot \frac{C_{\text{БСК}}^k \cdot C_0}{C_{\text{БСК}}^k \cdot C_0 + K_L \cdot C_0 + K_0 \cdot C_{\text{БСК}}^k} \cdot \frac{1}{1 + \varphi \cdot a_p}$$

$$= 85 \cdot \frac{300 \cdot 2}{300 \cdot 2 + 33 \cdot 2 + 0.625 \cdot 300} \cdot \frac{1}{1 + 0.07 \cdot 8} = 38,3 \text{ мг/г} \cdot \text{год}$$

де $\rho_{\text{max}} = 85 \text{ мг/(г} \cdot \text{год)}$ – максимальна швидкість окиснення органічних забруднюючих речовин, які містяться у стічних водах [8];

C_0 – концентрація розчиненого кисню в муловій суміші, яка приймається 2 мг/дм^3 [8];

K_L - константа, яка характеризує властивості органічних забруднень, складає $33 \text{ мг БПКповн/дм}^3$ [8];

K_0 – константа, яка характеризує вплив кисню, становить $0,625 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$ [8];

φ - коефіцієнт інгібування продуктами розпаду активного мулу, складає $0,07 \text{ дм}^3/\text{г}$ [8];

Тривалість окиснення органічних забруднень [8]:

					КББЕ.ББ2120.ДП.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

$$t_0 = \frac{C_{\text{сум.БСК}}^a - C_{\text{БСК}}^k}{a_p(1 - S) \cdot \rho \cdot R} \cdot \frac{15}{T_{\text{сер.р}}} = \frac{940 - 300}{8(1 - 0.3) \cdot 38,3 \cdot 0.3} \cdot \frac{15}{20} = 7.5 \text{ год}$$

де S – зольність активного мулу, для стічних вод м'ясокомбінату 0,3 [8];

$T_{\text{сер.р}}$ – середньорічна температура стічних вод 20 °C за умовою.

Тривалість регенерації активного мулу [8]:

$$t_p = t_0 - t_a = 7.5 - 1 = 6.5 \text{ год}$$

Середня тривалість перебування стічних вод в системі аеротенк-регенератор [8]:

$$t_{\text{сер}} = (1 + R) \cdot t_a + t_p \cdot R = (1 + 0.3) \cdot 1 + 6.9 \cdot 0.3 = 3,37 \text{ год}$$

Середня доза активного мулу в системі аеротенк-регенератор [8]:

$$a_{\text{сер}} = \frac{a_a(1 + R) \cdot t_a + a_p \cdot R \cdot t_p}{t_{\text{сер}}} = \frac{3(1 + 0.3) \cdot 1 + 8 \cdot 0.3 \cdot 6,9}{3,37} = 6,07 \text{ г/дм}^3$$

Навантаження на активний мул при прийнятих вихідних даних [8]:

$$q_m = \frac{24(C_{\text{сум.БСК}}^a - C_{\text{БСК}}^k)}{a_{\text{сер}} \cdot (1 - S) \cdot t_{\text{сер}}} = \frac{24(940 - 300)}{6,07 \cdot (1 - 0.3) \cdot 3,37} = 1073 \text{ мг/(г} \cdot \text{год)}$$

Робочий об'єм аеротенка та регенератора [8]:

$$W_a = (1 + R) \cdot t_a \cdot Q_{\text{сер}} = (1 + 0.3) \cdot 1 \cdot 354 = 460 \text{ м}^3$$

$$W_p = t_p \cdot R \cdot Q_{\text{сер}} = 6,5 \cdot 0.3 \cdot 354 = 690 \text{ м}^3$$

де $Q_{\text{сер}}$ – витрата суміші стічних вод, м³/год ($Q_{\text{сер}}$ за розрахунками становить 354 $\frac{\text{м}^3}{\text{год}}$.) Розрахунок відбувається за $Q_{\text{сер}}$, так як в технології передбачений усереднювач.

Загальний об'єм становить [8]:

$$W = W_a + W_p = 460 + 690 = 1150 \text{ м}^3$$

Визначається розподіл об'ємів регенератора і аеротенка.

Об'єм регенератора [8]:

$$\frac{W_p}{W} = \frac{690}{1150} \cdot 100\% = 60\%$$

Приймається 1 секція 3-коридорного аеротенку з робочою глибиною $H = 3,2$ м і шириною коридору $B = 4,5$ м за ТП 902-2-192 [8].

					КББЕ.ББ2120.ДП.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

В секції виділяється 2 коридори під регенератор і 1 – під аеротенк.

Довжина коридору [8]:

$$L = \frac{W}{B \cdot H \cdot n_k} = \frac{1150}{4,5 \cdot 3,2 \cdot 3} = 26,62 \text{ м}$$

де n_k – кількість коридорів у секції, шт.

Для забезпечення необхідний об'єм приймаємо довжину $L=27\text{м}$.

Загальний фактичний об'єм [8]:

$$W_\phi = B \cdot H \cdot N \cdot L \cdot n_k = 4,5 \cdot 3,2 \cdot 1 \cdot 27 \cdot 3 = 1166 \text{ м}^3$$

Для інтенсифікації очищення стічних вод виділяємо половину коридору аеротенка під носії іммобілізованих мікроорганізмів типу “сонце”. Заповнення носіями складає 2/3 об'єму від поверхні стічних вод. Інокулятом виступає активний мул. Площа носія – $20,83 \text{ см}^2$, середнє значення біомаси на носії – $0,83 \text{ мг/см}^2$.

3.2 Розрахунок третинних відстійників

Враховуючи не велику витрату стічних вод ($Q_{\text{сеп}}=354 \text{ м}^3/\text{год}$) для третинного відстоювання обирається вертикальний відстійник.

Гідравлічне навантаження [8]:

$$q = \frac{4.5 \cdot K_{\text{відст}} \cdot H_{\text{з.в}}^{0.8}}{(0.1 \cdot J_{\text{м}}^\phi \cdot a_a)^{0.5-0.01 \cdot a_t}} = \frac{4.5 \cdot 0.35 \cdot 3^{0.8}}{(0.1 \cdot 85 \cdot 3)^{0.5-0.01 \cdot 15}} = 1.22 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$$

де $K_{\text{відст}}$ - коефіцієнт використання об'єму відстійників, що приймається для радіальних -0,4, вертикальних - 0,35 і горизонтальних відстійників - 0,45;

$H_{\text{з.в.}}$ - глибина зони відстоювання, м; Приймається $H_{\text{з.в.}}=3 \text{ м}$;

$J_{\text{м}}^\phi$ –значення мулового індексу, $\text{см}^3/\text{г}$; $J_{\text{м}}^\phi=85 \text{ см}^3/\text{г}$.

a_a - концентрація активного мулу в аеротенку, г/дм^3 ; $a_a=3 \text{ г/дм}^3$

a_t - концентрація активного мулу у воді після відстоювання (15 мг/дм^3), мг/дм^3 .

Загальна площа відстійників [8]:

$$F_{\text{відст}} = \frac{Q_{\text{сеп}}}{q} = \frac{354}{1.22} = 290 \text{ м}^2$$

де $Q_{\text{сер}}$ – максимальна витрата стічних вод, м³/год. За розрахунками $Q_{\text{сер}}=354$ м³/год;

Приймаємо 5 відстійників.

$$F_1 = \frac{290}{5} = 58 \text{ м}^2$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot F_1}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 58}{\pi}} = 8,6 \text{ м}$$

Приймається 5 вертикальних відстійники діаметром 9 м. Приймаємо відстійник за проектом 902-2-168 з наступними розмірами: будівельна висота циліндричної частини 3 м, конічної частини 5,1 м [8].

					КББЕ.ББ2120.ДП.ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 4. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Сировина та матеріали, які застосовуються в технології двоступеневого аеробного біологічного очищення стічних вод м'ясокомбінату

Необхідні матеріали для технологічного процесу очищення стічних вод м'ясокомбінату наведені у таблиці 7.

Таблиця 7 – Характеристика матеріалів, сировини та напівпродуктів технології очищення стічних вод м'ясокомбінату

Найменування	Категорія і номер НТД згідно якого перевіряється сировина	Показники, що обов'язкові для перевірки та їх нормативне значення
Неочищені СВ	ДБН В.2.5-75:2013 "Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування"	Усереднені показники: витрата стічних вод – 8500 м ³ /добу, ЗР – 605 мг/дм ³ ; БСК _{повн} – 5200 мг/дм ³ ; ХСК – 6250 мг/дм ³ ; азот амонійний – 32 мг/дм ³ ; фосфати – 14,2 мг/дм ³ ; СПАР – 3,55 мг/дм ³ ; жири – 18,5 мг/дм ³ ; рН – 10,35

					КББЕ.ББ2120.ДП.ПЗ									
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата										
Розроб.	Черкасова С.С.				Технологічна частина					Літ.	Арк.	Аркушів		
Перевір.	Саєлії Л.А											34	65	
Реценз.										КПІ ім. Ізгоря Сікорського, ФБТ				
Н. Контр.														
Затверд	Саєлії Л.А.													

Вода технічна	ДСТУ 7525:2014	Вміст ЗР, солей, жорсткість, рН
Негашене вапно	ДСТУ Б В.2.7-90:2011 Вапно будівельне.	Відсутність домішок, вміст СаО >85%, білий колір
Хлорид заліза	ТУ 6-18-33-85. Залізо хлорне технічне (розчин)	Масова частка FeCl ₃ >40%
Активний мул	ДСТУ 2569-94 ВОДОПОСТАЧАННЯ І КАНАЛІЗАЦІЯ	Мікробіологічний аналіз
Стиснене повітря	ДСТУ 4169:2003 Стиснене повітря	Концентрація твердих частинок <10 мг/м ³ , розмір частинок <40 мкм
Аеробно стабілізований зневоднений сад	СанПіН 2.1.7.573-96	Вологість 95%. Відсутність яєць гельмінтів та патогенної мікрофлори. рН – 5,5-8,5;
Очищені СВ виробництва	«Правила приймання стічних вод споживачів в каналізаційну мережу м. Харків, затверджені рішенням № 321 сесії Міської ради м. Харків від 08.09.2010 р. із змінами і доповненнями, діючими на сьогоднішній день».	ЗР – 300 мг/дм ³ ; БСК _{повн} – 300 мг/дм ³ ; ХСК – 750 мг/дм ³ ; азот амонійний – 18,0 мг/дм ³ ; фосфати – 6,0 мг/дм ³ ; СПАР – 0,5 мг/дм ³ ; жири – 6,0 мг/дм ³ ; рН – 6,5-9

4.2 Опис прийнятої двоступеневої аеробної технології очищення стічних вод виробництва м'ясокомбінату

ДР 1. Підготовка аераційного повітря

Відбувається підготовка аераційного повітря, для забезпечення роботи аераційних установок.

ДР 1.1. Забір повітря з атмосфери

Атмосферне повітря з вологістю 60–90% забирається повітрязабірником на висоті 7 метрів для отримання чистого повітря без пилу.

ДР 1.2. Фільтрування повітря

Повітря подається з ДР 1.1. Повітря проходить через фільтри грубої очистки ФЯР із металевими гофрованими сітками, змащеними маслом. Ефективність очищення — 80%, питома продуктивність — 3000 м³/м²·год.

ДР 1.3. Компресування повітря

Компресування повітря відбувається за допомогою компресора потужністю 3500 кВт, завдяки якому відбувається стиснення повітря до тиску 0,3 МПа. Продуктивність компресора — 970 м³/хв. Стиснене повітря подається на стадії ТП 5.1, ТП 5.3, ТП 5.4 та ЗВ 7.1.

ДР 2. Приготування робочих розчинів

Даний етап забезпечує підготовку розчинів, які необхідні для обробки стічних вод та осадів.

ДР 2.1. Приготування розчину хлорного заліза для кондиціонування осаду

Обробка осаду після ущільнення відбувається за участі хлорного заліза та гашеного вапна, які виступають як коагулянти. Концентрований розчин хлорного заліза розводять технічною водою. Розчин подається на стадію ЗВ 7.4 . С=6%

ДР 2.2. Приготування розчину гашеного вапна для кондиціонування осаду

Для приготування суспензії гашеного вапна у технічну воду додають сухе негашене вапно і роблять розчин з необхідною концентрацією, що залежить від

					КББЕ.ББ2120.ДП.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

кількості сухої речовини в осаді. Готові розчини коагулянтів перекачуються до ЗВ 7.4. $C=9\%$

ДР 2.3. Приготування розчину хлорного заліза для флотатора

В технології використовується метод напірної флотації з використанням реагентів, таких як: хлорне залізо та гашене вапно.

Для приготування розчину хлорного заліза використовують нагріту до 60°C питну воду, співвідношення води та хлорного заліза складає 1:3 (одна частина–залізо, три частини–вода). $C=400\text{ мг/дм}^3$

Розчин подається на стадію ТП 4.4.

ДР 2.4. Приготування розчину гашеного вапна для флотатора

Для приготування розчину гашеного вапна використовується питна вода та гашене вапно, співвідношення становить 1:1, далі цей розчин розводиться холодною водою 1:10 (1–розчин, 10–вода). Отримується 10% розчин. $C=250\text{ мг/дм}^3$

Готовий розчин подається до ТП 4.4

ДР 3. Підготовка водяної пари на технічні потреби

Водяний пар виробляється в котельні, що розташована поряд з очисними спорудами. Отриману пару направляють до ЗВ 7.3.

ТП 4. Механічне очищення стічних вод

ТП 4.1. Очищення стічних вод на решітках

На першу стадію очищення подаються стічні води з м'ясокомбінату, дренажна вода з ЗВ 8, фільтрат з ЗВ 7.5 та мулова вода з ЗВ 7.2. На даній стадії механічного очищення використовуються решітки- дробарки, вони затримують сміття (частки кісток, сухожиль, шкіра). Уловлене сміття подрібнюється і вивозиться. СВ подаються на ТП 4.2.

ТП 4.2. Очищення на жировловлювачах

На виробництві м'ясокомбінату передбачено використання жировловлювача через високі концентрації ліпідів у стічних водах, очищення забезпечується розподілом фаз, жир підіймається на поверхню, а тверді частки осідають на дні. Ефективність очищення від жирів становить 60% та час

					КББЕ.ББ2120.ДП.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

очищення 40 хвилин. Жир та осад йдуть на вивіз для вторинного використання. СВ подається на ТП 4.3.

Після використання жировловки концентрація жирів буде становити 7,4 мг/дм³, а ЗР – 544,5 мг/дм³.

ТП 4.3. Усереднення стічних вод

Через високу неоднорідність значень забруднюючих речовин у стічних водах застосовується усереднювач. Стічні води подають до ємності, в якій наявний барботер. До барботеру подається повітря зі стадії ДР 1.3. Час усереднення 8 годин, питома витрата повітря 6 м³/год на 1 пог. м барботера

Показники забруднень, після проходження СВ через усереднювач: ЗР – 605 мг/дм³, ХСК – 6250 мг/дм³, БСКповн – 5200 мг/дм³, Азот амонійни – 32 мг/дм³, Жири – 18,5 мг/дм³, Фосфати – 14,2 мг/дм³, СПАР – 3,55 мг/дм³, середньогодинна витрата 354 м³/год.

ТП 4.4. Очищення методом напірної флотації

Подача повітря відбувається за допомогою ежектора, концентрація завислих речовин на вході становить 605 мг/дм³, стічні води подаються з ТП 4.3.

Середньогодинна витрата становить 354 м³/год, розчин хлориду заліза та гашеного вапна подають з ДР 2.1 та ДР 2.2 відповідно до флотатора, після чого розчини змішують з СВ. Тиск у напірному баку – 0,3 МПа, час насичення – 2 хвилини, тривалість флотації 30 хвилин.

Показники забруднення після напірної флотації: ЗР – 121 мг/дм³, ХСК – 3750 мг/дм³, БСКповн – 3120 мг/дм³, Азот амонійний – 25,6 мг/дм³, Жири – 1,85 мг/дм³, Фосфати – 1,42 мг/дм³, СПАР – 1,42 мг/дм³.

Стічні води подаються на ТП 5.1, а осад з флотошламом до ЗВ 6.

ТП 5. Біологічне очищення стічних вод

На цьому етапі здійснюється основне очищення від органічних забруднень. Використовується аеротенки двох типів: змішувач та витиснювач.

ТП 5.1. Очищення стічних вод в аеротенку-змішувачі (1 ступінь очищення)

					<i>КББЕ.ББ2120.ДП.ПЗ</i>	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Стічна вода з стадії ТП 4.4 подається в аеротенк-змішувач. Повітря для аерації подається з ДР 1.3.

Використання аеротенку-змішувача дозволяє знизити показники забруднень до таких значень: ЗР – 50 мг/дм³, ХСК – 1130 мг/дм³, БСКповн – 940 мг/дм³, Азот амонійний – 23,04 мг/дм³, Жири – 1,57 мг/дм³, Фосфати – 1,35 мг/дм³, СПАР – 0,64 мг/дм³.

ТП 5.2. Вторинне відстоювання

Стічна вода зі стадії ТП 5.1 піддається вторинному у вертикальних відстійниках, через невелику витрату 8500 м³/добу. Прийнято 5 третинних відстійників за ТП 902-2-168 з наступними розмірами: будівельна висота циліндричної частини 3 м, конічної частини 5,1 м.

Рециркуляційний активний мул насосами направляється назад до аеротенка ТП 5.1, а надлишковий активний мул, подається до ЗВ 6.1. Далі СВ подаються до ТП 5.3 для доочищення.

ТП 5.3. Очищення в аеротенку-витиснювачу (2 ступінь очищення)

Подаються відстояні стічні води з ТП5.2. Для інтенсифікації очищення використовуємо носії для іммобілізованих мікроорганізмів типу “сонце”. На процес нітрифікації виділено ½ коридору аеротенку. Заповнення носіями складає 2/3 об’єму від поверхні стічних вод. Інокулятом виступає активний мул. Площа носія – 20,83 см², середнє значення біомаси на носії – 0,83 мг/см².

Приймається 1 секції 3-коридорного аеротенка з робочою глибиною Н = 3,2 м і шириною коридору В = 4,5 м за ТП 902-2-192.

З ТП 5.2 відбувається рециркуляція мулу, доза активного мулу складає 3 г/дм³, муловий індекс – 85 см³/г, середня тривалість перебування стічних вод в системі аеротенк-регенератор – 3,37 год.

ТП 5.4. Третинне відстоювання

Для остаточного освітлення, стічні води подаються з ТП 5.3.

РАМ подається назад до аеротенка-витиснювача, а НАМ до ЗВ 6, для подальшої обробки осаду. Після очищення стічні води мають такі показники забруднення: ЗР – 15 мг/дм³, ХСК – 150 мг/дм³, БСКповн – 90 мг/дм³, Азот

					<i>КББЕ.ББ2120.ДП.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

амонійний – 12,62 мг/дм³, Жири – 1,41 мг/дм³, Фосфати – 1,28 мг/дм³, СПАР – 0,48 мг/дм³. Отримані значення відповідають ГДК, тому стічні води направляються у систему водовідведення міста Харків.

ЗВ 6. Обробка осаду, НАМ та флотошламу

Даний етап забезпечує безпечність осаду та дозволяє використовувати його надалі як добриво.

ЗВ 6.1. Стабілізація осаду в аеробному стабілізаторі

Осад та флотошлам з ТП 4.4 з НАМ з ТП 5.1 та ТП 5.3 подаються до аеробного стабілізатора. Інтенсивність аерації 6,6 м³/м³·год, стабілізація відбувається протягом 7 днів.

ЗВ 6.2. Ущільнення стабілізованого осаду

Осад після мінералізації зі стадії ЗВ 6.1 подають до вертикальних відстійників, де відбувається його ущільнення. Осад після проходження даного процесу досягає вологості 97%. Мулові води відводяться насосом до ТП 4.1.

ЗВ 6.3. Дегельмінтизація осаду

Даний етап відбувається для знешкодження гельмінтів та їхніх яєць, у камеру дегельмінтизації подається гарячий теплоносій (пара) із ДР 3. Процес триває 20 хвилин. З даної стадії відводиться конденсат у котельню, Даний процес відбувається при 60-65 градусах.

ЗВ 6.4. Кондиціонування осаду

Осад поступає з стадії ЗВ 6.3.

Кондиціонування проводиться реагентним методом за допомогою: хлорного заліза та вапна. Реагенти дозволяють знизити питомий опір фільтрації внаслідок агрегації колоїдних і дрібних нерозчинних частинок. Для суміші осаду з первинних відстійників і ущільненого надлишкового активного мулу потрібне наступне дозування реагентів: 6% FeCl₃ та 9% CaO.

ЗВ 6.5 Механічне зневоднення на фільтр-пресах

Осад зі стадії ЗВ 6.4 подається у фільтр-прес.

					<i>КББЕ.ББ2120.ДП.ПЗ</i>	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Дана стадія забезпечує видалення води з осаду за допомогою використання рамного фільтр-пресу. Зневоднений осад йде на вивезення. Вологість осаду – 62-75%. Фільтрат подають до стадії ТП 4.1.

ЗВ 7. Зневоднення на аварійних мулових майданчиках

20% осаду з ЗВ 6.3 подають на аварійні мулові майданчики для випадків аварій. Дренажна вода подається назад насосом до ТП 4.1. Висушений осад вивозиться та використовується як добриво.

4.3 Контроль технологічних процесів двоступеневого аеробного біологічного очищення стічних вод м'ясокомбінату

Для забезпечення очищення стічних вод виробництва до гранично допустимих концентрацій для скиду у систему водовідведення міста Харків, необхідно проводити контроль. Контрольні процеси, які застосовуються наведені у таблиці 8.

Таблиця 8 – Параметри контролю виробництва

Стадія процесу	Параметр, що контролюється	Частота контролю	Норми технологічного режиму	Методи контролю (тип приладу)
СВ м'ясокомбінату	Витрати СВ, м ³ /добу	1 раз на добу	8500	Акустичний витратомір, Кт
	рН	Кожні 2 години та 1 раз на добу	9-11,7	Іономір лабораторний І 160, Кх
	ЗР, мг/дм ³	1 раз на добу	605	КНД 211.1.4.039 95, Кх
	ХСК, мг/дм ³	1 раз на добу	6250	КНД 211.1.4.021 95, Кх
	БСК _{повн} , мг/дм ³	1 раз на добу	5200	КНД 211.1.4.024 95, Кх

	Жири, мг/дм ³	1 раз на добу	18,5	МВВ №081/12-0646-09, Кх
	Азот амонійний, мг/дм ³	1 раз на добу	32	КНД 211.1.4.039 95, Кх
	Фосфати, мг/дм ³	1 раз на добу	14,2	КНД 211.1.4.043 95, Кх
	Температура, °С	Кожні 2 години	< 30	МВВ №081/12 0311-06, Кт
Підготовка аераційного повітря	Робочий тиск стисненого повітря, МПа	1 раз на годину	2,5	Манометр ОБМ1-100, Кт
Приготування розчину хлориду заліза І	Масова концентрація хлориду заліза, %	1 раз на добу	6	Концентратомір КВЧ-5М, Кх
Приготування розчину гашеного вапна І	Масова концентрація вапна у розчині, %	1 раз на добу	9	Концентратомір КВЧ-5М, Кх
Приготування розчину хлориду заліза ІІ	Масова концентрація хлориду заліза, мг/дм ³	1 раз на добу	450	Концентратомір КВЧ-5М, Кх
Приготування розчину гашеного вапна ІІ	Масова концентрація вапна у розчині, мг/дм ³	1 раз на добу	200	Концентратомір КВЧ-5М, Кх

Очищення на решітках	Добовий об'єм відходів	1 раз на добу		КНД 211.1.4.039-95, Кт
Очищення на жировловлювачі	Масова концентрація жиру, мг/дм ³	1 раз на добу	7,4	МВВ №081/12-0646-09. Гравіметричним методом, Кт
Усереднення СВ	рН	Кожні 2 години	6,5-8,5	Іономір лабораторний І 160, Кх
Напірна флотація	Доза хлорного заліза, мг/дм ³	1 раз на добу	400	Концентратомір КВЧ-5М, Кх
	Доза гашеного вапна, мг/дм ³	1 раз на добу	250	Концентратомір КВЧ-5М, Кх
	ЗР на виході, мг/дм ³	1 раз на добу	121	КНД 211.1.4.039 95, Кх
	ХСК на виході, мг/дм ³	1 раз на добу	3750	КНД 211.1.4.021 95, Кх
	БСКповн на виході, мг/дм ³	1 раз на добу	3120	КНД211.1.4.024 95, Кх
	Жири на виході, мг/дм ³	1 раз на добу	1,85	МВВ №081/12-0646-09, Кх
	Азот амонійний, мг/дм ³	1 раз на добу	25,6	КНД 211.1.4.039 95, Кх
	Фосфати на виході, мг/дм ³	1 раз на добу	1,42	КНД 211.1.4.043 95, Кх
Біологічне очищення в	Концентрація БСК на виході, мг/дм ³	1 раз на добу	940	КНД 211.1.4.024-95, Кх

аеротенку- змішувачі				
	Концентрація ЗР на виході, мг/дм ³	1 раз на добу	50	КНД 211.1.4.039- 95, Кх
	Доза активного мулу, г/дм ³	1 раз на добу	3	Методика лабораторного контролю за роботою каналізаційних очисних споруд, Кт
	Склад мікроорганізм ів АМ	3 рази на тиждень		Мікроскоп Bresser Trino Researcher 40x 1000x, Кмб
	рН	Кожні 2 години	6,5-8,5	Іономір лабораторний І- 160, Кх
	Температура, °С	Кожні 2 години	< 30	МВВ №081/12- 0311 06, Кт
Вторинне відстоювання	рН	Кожні 2 години	6,5-8,5	Іономір лабораторний І- 160, Кх
	ЗР на виході, мг/дм ³	1 раз на добу	50	КНД 211.1.4.039- 95, Кх
	ХСК на виході, мг/дм ³	1 раз на добу	3750	КНД 211.1.4.021- 95, Кх

	БСК _{повн} на виході, мг/дм ³	1 раз на добу	940	КНД 211.1.4.024-95, Кх
	Жири на виході, мг/дм ³	1 раз на добу	1,57	МВВ №081/12-0646-09, Кх
	Азот амонійний на виході, мг/дм ³	1 раз на добу	23,04	КНД 211.1.4.039 95, Кх
	Фосфати на виході, мг/дм ³	1 раз на добу	1,35	КНД 211.1.4.043 95, Кх
	Температура, °С	Кожні 2 години	< 30	МВВ №081/12-0311 06, Кт
	Вологість НАМ, %	1 раз на добу	99,2 – 99,8	Методика лабораторного контролю за роботою каналізаційних очисних споруд, Кт
Біологічне очищення в аеротенку-витиснювачі	Концентрація БСК на виході, мг/дм ³	1 раз на добу	90	КНД 211.1.4.024-95, Кх
	Концентрація ЗР на виході, мг/дм ³	1 раз на добу	15	КНД 211.1.4.039-95, Кх
	Доза активного мулу, г/дм ³	1 раз на добу	3	Методика лабораторного контролю за роботою

				каналізаційних очисних споруд, Кт
	Склад мікроорганізмів і в АМ	3 рази на тиждень		Мікроскоп Bresser Trino Researcher 40x 1000x, Кмб
	рН	Кожні 2 години	6,5-8,5	Іономір лабораторний І- 160, Кх
	Температура, °С	Кожні 2 години	< 30	МВВ №081/12- 0311 06, Кт
Третинне відстоювання	рН	Кожні 2 години	6,5-8,5	Іономір лабораторний І- 160, Кх
	ЗР на виході, мг/дм ³	1 раз на добу	15	КНД 211.1.4.039- 95, Кх
	ХСК на виході, мг/дм ³	1 раз на добу	150	КНД 211.1.4.021- 95, Кх
	БСК _{повн} на виході, мг/дм ³	1 раз на добу	90	КНД 211.1.4.024- 95, Кх
	Жири на виході, мг/дм ³	1 раз на добу	1,41	МВВ №081/12- 0646-09, Кх
	Азот амонійний на виході, мг/дм ³	1 раз на добу	12,67	КНД 211.1.4.039 95, Кх
	Фосфати на виході, мг/дм ³	1 раз на добу	1,28	КНД 211.1.4.043 95, Кх

	Температура, °C	Кожні 2 години	< 30	МВВ №081/12- 0311 06, Кт
	Вологість НАМ, %	1 раз на добу	99,2 – 99,8	Методика лабораторного контролю за роботою каналізаційних очисних споруд, Кт
Аеробна стабілізація осаду	Вологість, %	1 раз на тиждень	98,5	Методика лабораторного контролю на каналізаційних очисних споруд, Кт
Ущільнення стабілізованого осаду	Вологість, %	1 раз на тиждень	97	Методика лабораторного контролю на каналізаційних очисних споруд, Кт
Дегельмінтизац ія осаду	Температура, °C	1 раз на добу	70	Термоелектричн ий датчик ТВР0687, Кт
Зневоднення осаду на фільтр-пресі	Вологість, %	1 раз на тиждень	70-80	Методика лабораторного контролю на каналізаційних очисних споруд, Кт

					КББЕ.ББ2120.ДП.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

4.4 Матеріальний баланс аеробного двоступеневого очищення стічних вод м'ясокомбінату

Розрахунки матеріального балансу наведені у таблиці 9.

Таблиця 9 – Матеріальний баланс суміші очищених виробничих стічних вод м'ясокомбінату

Стадія	Використано			Отримано		
	Назва сировини, матеріалів та напівпродуктів	Кількість		Назва сировини, матеріалів та напівпродуктів	Кількість	
		м³/доб у	т/добу		м³/доб у	т/добу
Механічне очищення	Суміш СВ	8500	8500	Суміш СВ		
				Жири		
				Осад		
	Втрати					
	Всього	8500	8500	Всього	8500	8500
Фізико-хімічне очищення	Суміш СВ	8483	8483	Освітлені СВ	8483	8483
	Розчин хлорного заліза	2,27		Флотошлам		12,4
	Розчин гашеного вапна	0,97		Осад		6
	Втрати				0,24	
	Всього	8486,7	8486,7		8486,7	8486,7
		4	4		4	4
Біологічне очищення	Освітлені СВ	8468	8468	Очищені СВ	8454,2	8454,2
	РАМ		5,5	РАМ		5,5
				НАМ		15,5

	Втрати					1,5
	Всього	8473,5	8473,5		8451	8451
Обробка осадів	Осад		25,9	Зневоднений осад		3
	НАМ		15,5	Мулова вода		21
				Дренажна вода		16
				Фільтрат		1
	Втрати					0,4
	Всього	41,4	41,4		41,4	41,4
Всього			8500		8500	

РОЗДІЛ 5. БЕЗПЕКА ПРАЦІ ТА ОХОРОНИ ДОВКІЛЛЯ

Розроблення заходів з охорони навколишнього середовища слід здійснювати відповідно до вимог нормативних документів, зокрема ДБН А.2.2-1, ДБН А.2.2-3, ДСанПіН 2.2.7.029, Державних санітарних правил планування та забудови населених пунктів, санітарних норм і правил утримання територій населених місць, а також СанПіН 4630 і СанПіН 4631 [10].

Під час проєктування та експлуатації споруд біологічного очищення стічних вод особлива увага приділяється запобіганню негативному впливу виробничих факторів на працівників, а також мінімізації шкідливого впливу стічних вод, осадів і викидів на довкілля.

Важливим завданням є також забезпечення екологічної безпеки шляхом впровадження ефективних технологій очищення стічних вод, раціонального поводження з осадами, контролю якості очищеної води та дотримання встановлених нормативних вимог у сфері охорони навколишнього природного середовища.

1. Електропостачання

Для забезпечення безперервності технологічного процесу споруди біологічного очищення стічних вод повинні належати до відповідної категорії надійності електропостачання. Основне обладнання, від роботи якого залежить ефективність очищення стічних вод та екологічна безпека об'єкта, необхідно забезпечувати резервним джерелом живлення. У разі аварійного відключення електроенергії повинна бути передбачена можливість автоматичного або оперативного підключення резервного електроживлення [10].

Електрообладнання, яке експлуатується у вологих приміщеннях або в умовах підвищеної небезпеки, повинно мати належний ступінь захисту від вологи та пилу. Усі електроустановки мають бути оснащені системами захисного заземлення та занулення відповідно до вимог електробезпеки.

					КББЕ.ББ2120.ДП.ПЗ		
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Безпека праці та охорони довкілля		
Розроб.	Черкасова С.С.						
Перевір.	Саблий Л.А.						
Реценз.							
Н. Контр.							
Затверд	Саблий Л.А.				КПІ ім. Ізгоря Сікорського, ФБТ		
					Літ.	Арк.	Аркушіб
						50	65

Експлуатація обладнання дозволяється лише за наявності справної ізоляції кабелів, захисних кожухів і пристроїв автоматичного відключення [10].

Для попередження аварійних ситуацій необхідно здійснювати регулярний контроль технічного стану електромереж, щитового обладнання та електроприладів. Проведення ремонтних і профілактичних робіт повинно виконуватися лише кваліфікованим персоналом із дотриманням вимог охорони праці та правил безпечної експлуатації електроустановок [10].

2. Планування ділянки

Під час розміщення споруд необхідно враховувати рельєф місцевості, напрямки панівних вітрів, рівень ґрунтових вод, санітарно-захисні зони та можливість подальшого розширення підприємства. Виробничі споруди та технологічне обладнання повинні розташовуватись таким чином, щоб забезпечувався безпечний і безперервний рух транспорту, персоналу та технологічних потоків [10].

На території очисних споруд мають бути передбачені проїзди та проходи достатньої ширини для обслуговування технологічного обладнання, проведення ремонтних робіт і забезпечення доступу пожежної техніки. Покриття проїздів і пішохідних доріжок повинно бути стійким до впливу вологи та хімічних речовин, а також мати неслизьку поверхню для запобігання травматизму працівників [10].

Планування ділянки повинно передбачати організоване відведення поверхневих стоків, що запобігає підтопленню території та потраплянню забруднених вод у навколишнє середовище. Для цього необхідно облаштовувати системи водовідведення, дренажу та ухили поверхні відповідно до нормативних вимог [10].

Особливу увагу необхідно приділяти санітарно-захисній зоні, яка встановлюється залежно від продуктивності та характеру роботи очисних споруд. Озеленення території виконує захисну та санітарно-гігієнічну функцію, сприяє зменшенню поширення пилу, запахів і шуму [10].

3. Опалення вентиляція

					<i>КББЕ.ББ2120.ДП.ПЗ</i>	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Опалення виробничих і допоміжних приміщень повинно забезпечувати підтримання нормативної температури повітря відповідно до характеру технологічних процесів та умов праці персоналу. У приміщеннях із підвищеною вологістю або агресивним середовищем необхідно використовувати опалювальне обладнання, стійке до корозії та впливу хімічних речовин. Розміщення нагрівальних приладів має виключати можливість травмування працівників і забезпечувати вільний доступ для обслуговування та ремонту [10].

Вентиляція споруд біологічного очищення стічних вод повинна забезпечувати видалення надлишкової вологи, тепла, шкідливих газів та неприємних запахів, що утворюються під час технологічних процесів. У приміщеннях насосних станцій, аераційних споруд, мулових майданчиків та інших об'єктів, де можливе виділення токсичних або вибухонебезпечних газів, необхідно передбачати ефективну припливно-витяжну вентиляцію [10].

4. Надійність систем

Під час проєктування систем водовідведення та очисних споруд необхідно передбачати резервування основного технологічного обладнання, зокрема насосів, аераційних систем, компресорів, електродвигунів та систем електропостачання. Резервні елементи повинні забезпечувати безперервність роботи споруд у разі виходу з ладу окремих вузлів або проведення ремонтних робіт [10].

Надійність роботи систем значною мірою залежить від автоматизації технологічних процесів та наявності засобів контролю основних параметрів роботи споруд. Для своєчасного виявлення порушень технологічного режиму необхідно передбачати системи сигналізації, автоматичного захисту та контролю рівня стічних вод, концентрації кисню, тиску, витрати повітря та інших технологічних показників [10].

5. Охорона навколишнього середовища

Важливим природоохоронним заходом є правильна організація збору, обробки та утилізації осадів стічних вод. Осади, що утворюються в процесі очищення, можуть містити патогенні мікроорганізми та небезпечні речовини,

					<i>КББЕ.ББ2120.ДП.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

тому їх обробка повинна здійснюватися із дотриманням санітарно-гігієнічних вимог. Для зменшення негативного впливу на довкілля необхідно передбачати стабілізацію, ущільнення, зневоднення та знезараження осадів перед подальшою утилізацією або використанням [10].

З метою запобігання забрудненню атмосферного повітря необхідно забезпечувати герметизацію споруд, своєчасне видалення осадів та ефективну роботу систем вентиляції. Особливу увагу слід приділяти зниженню викидів неприємних запахів і шкідливих газів, таких як сірководень, аміак і метан, які можуть утворюватися під час очищення та обробки осадів [10].

На території очисних споруд необхідно забезпечити організоване відведення поверхневих стоків, озеленення санітарно-захисної зони та дотримання вимог щодо благоустрою території. Озеленення сприяє зменшенню поширення пилу, шуму та запахів, а також покращує санітарний стан території [10].

Для забезпечення екологічної безпеки необхідно здійснювати постійний контроль якості стічних вод, атмосферного повітря та стану навколишнього середовища. Дотримання вимог охорони довкілля під час експлуатації очисних споруд сприяє зниженню техногенного навантаження на природні екосистеми та забезпечує екологічно безпечне функціонування підприємства [10].

6. Пожежна безпека

Пожежна безпека споруд біологічного очищення стічних вод повинна забезпечуватися відповідно до вимог ДБН В.2.5-75:2013 «Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування», а також чинних нормативних документів з пожежної безпеки та охорони праці. Основною метою протипожежних заходів є запобігання виникненню пожеж, забезпечення безпеки персоналу та мінімізація можливих матеріальних і екологічних збитків [10].

Під час проектування очисних споруд необхідно передбачати безпечне розміщення технологічного обладнання, електроустановок та комунікацій з урахуванням вимог пожежної безпеки. Виробничі приміщення повинні бути забезпечені евакуаційними виходами, проходами необхідної ширини та засобами

					<i>КББЕ.ББ2120.ДП.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

аварійного освітлення. Шляхи евакуації мають бути вільними та позначеними відповідними знаками безпеки [10].

Особливу увагу слід приділяти приміщенням, у яких можливе утворення або накопичення горючих та вибухонебезпечних газів, зокрема метану, сірководню чи парів легкозаймистих речовин. У таких приміщеннях необхідно передбачати ефективну вентиляцію, автоматичні системи контролю газового середовища та використання електрообладнання у вибухозахищеному виконанні [10].

Для забезпечення пожежної безпеки територія та приміщення очисних споруд повинні бути оснащені первинними засобами пожежогасіння, зокрема вогнегасниками, пожежними щитами, пожежними кранами та системами водопостачання для пожежогасіння. Розміщення засобів пожежогасіння має забезпечувати швидкий і безперешкодний доступ до них у разі виникнення пожежі [10].

Електрообладнання та електромережі повинні експлуатуватися відповідно до вимог електробезпеки та пожежної безпеки. Не допускається використання несправних електроприладів, перевантаження електромереж або залишення ввімкненого обладнання без нагляду. Усі електроустановки повинні бути обладнані системами автоматичного захисту та заземлення [10].

Працівники підприємства повинні проходити інструктажі з пожежної безпеки та бути ознайомленими з правилами користування засобами пожежогасіння і порядком дій у разі виникнення пожежі. Регулярне проведення навчань і перевірка технічного стану протипожежного обладнання є важливими заходами для підтримання належного рівня пожежної безпеки на підприємстві [10].

7. Охорона праці

Під час роботи на очисних спорудах працівники можуть зазнавати впливу небезпечних і шкідливих виробничих факторів, зокрема підвищеної вологості, токсичних і вибухонебезпечних газів, біологічних агентів, хімічних реагентів, шуму, вібрації та електричного струму. У зв'язку з цим необхідно забезпечувати

					КББЕ.ББ2120.ДП.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

дотримання вимог безпеки праці, використання справного обладнання та проведення регулярного контролю умов праці [10].

Усі працівники повинні проходити вступний і періодичний інструктажі з охорони праці, пожежної безпеки та правил дій у надзвичайних ситуаціях. До виконання робіт допускаються лише особи, які пройшли відповідне навчання, медичний огляд та ознайомлені з правилами безпечної експлуатації обладнання [10].

Для захисту персоналу необхідно застосовувати засоби індивідуального захисту, зокрема лабораторний або спеціальний одяг, рукавички, захисні окуляри, респіратори та спеціальне взуття. При роботі з хімічними реагентами або осадами стічних вод особливу увагу слід приділяти захисту шкіри, органів дихання та зору [10].

Технологічне обладнання повинно бути оснащено захисними огороженнями, системами аварійного відключення та пристроями автоматичного контролю. Обслуговування та ремонт обладнання необхідно проводити лише після його зупинки та відключення від джерел енергії. Особливу увагу слід приділяти безпечній експлуатації електрообладнання у вологих приміщеннях та на відкритих майданчиках [10].

У виробничих приміщеннях необхідно забезпечити належні санітарно-гігієнічні умови, зокрема ефективну вентиляцію, достатнє освітлення, допустимі параметри температури та вологості повітря. Для попередження професійних захворювань і травматизму слід здійснювати регулярний контроль стану повітря робочої зони, рівня шуму та концентрації шкідливих речовин [10].

Дотримання вимог охорони праці є необхідною умовою безпечної та безперебійної роботи очисних споруд, збереження здоров'я персоналу та забезпечення екологічної безпеки підприємства.

					КББЕ.ББ2120.ДП.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

ВИСНОВКИ

1. Було здійснено літературний огляд, на основі якого було обрано та обґрунтовано вибір технології аеробного двоступеневого неповного очищення стічних вод м'ясокомбінату з використанням носіїв іммобілізованих мікроорганізмів для інтенсифікації очищення, за допомоги якої значення забруднень досягає ГДК норм скиду у систему водовідведення міста Харків. Основними забруднюючими речовинами є органічні сполуки (ХСК – 6250 мг/дм³, БСК – 5200 мг/дм³), амонійний азот (32 мг/дм³), завислі речовини (605 мг/дм³), жири (18,5 мг/дм³), фосфати (14,2 мг/дм³), СПАР (3,55 мг/дм³).
2. Було наведено характеристику біологічних агентів (активного мулу та біоплівки) та очищених виробничих стічних вод м'ясокомбінату. Було розглянуто біохімічні процеси, які відбуваються у аеротенках.
3. Було виконано розрахунки концентрацій забруднень стічних вод та витрат, на основі яких було розраховано очисні споруди, такі як: аеротенк за типовим проєктом ТП 902-2-192 1 секція 3-коридорного аеротенку з робочою глибиною $H = 3,2$ м і шириною коридору $B = 4,5$ м за ТП 902-2-192 та 5 вертикальних відстійники діаметром 9 м за проєктом 902-2-168 з наступними розмірами: будівельна висота циліндричної частини 3 м, конічної частини 5,1 м.
4. Складено апаратурну та технологічну схеми, виконано креслення споруди для біологічного очищення СВ – аеротенк-витиснювач.
5. Наведено основні заходи з охорони праці і захисту довкілля.

					<i>КББЕ.ББ2120.ДП.ПЗ</i>		
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Черкасова С.С.			<i>Висновки</i>		
Перевір.		Саблий Л.А.					
Реценз.							
Н. Контр.							
Затверд		Саблий Л.А.					
						Літ.	Арк.
							56
						Аркушів	65
						КПІ ім. Ізгоря Сікорського, ФБТ	

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Національний університет харчових технологій. Назва документа [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://dspace.nuft.edu.ua/server/api/core/bitstreams/e4e45f9c-d5d2-4807-b330-07551743f1da/content>
2. Ciro B., Mehrab M.. Slaughterhouse Wastewater Characterization and Treatment: An Economic and Public Health Necessity of the Meat Processing Industry in Ontario, Canada [Електронний ресурс]. – 2016. – 186 р. – Режим доступу: <https://www.researchgate.net/>
3. United States Environmental Protection Agency. MPP Development Document [Електронний ресурс]. – 2025. – Режим доступу: https://www.epa.gov/system/files/documents/2025-09/mpp-development-document_final-action.pdf
4. Державна служба статистики України. Офіційний сайт [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.ukrstat.gov.ua/>
5. Саблій Л. А.. Лекції до курсу «Біотехнологія очищення води».
6. Саблій Л. А., Бунчак О. М., Жукова В. С., Россінський В. М.. Обладнання та проектування в біоенергетиці та водоочищенні і управління безпекою праці : підручник / за ред. Л. А. Саблій. – Рівне : НУВГП, 2016. – 356 с.
7. Айрапетян Т. С.. Технологія очистки стічних вод : конспект лекцій для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за спеціальністю 194 – Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2021. – 120 с.

					<i>КББЕ.ББ2120.ДП.ПЗ</i>		
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Черкасова С.С.			<i>Список використаних джерел</i>		
Перевір.		Саблій Л.А.					
Реценз.							
Н. Контр.							
Затверд		Саблій Л.А.					
						Літ.	Арк.
							57
						Аркуші	
						65	
						КПІ ім. Ізгоря Сікорського, ФБТ	

8. КПІ ім. Ігоря Сікорського. Практикум з біотехнологій очищення води : навч. посіб. для студ. спеціальності 162 «Біотехнології та біоінженерія» / уклад. Л. А. Саблій, О. М. Бунчак, В. С. Жукова. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 106 с.
9. Сіверський Донець [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://river.land.kiev.ua/seversky-donets.php>
- 10.ДБН В.2.5-75:2013. Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. – Київ : Мінрегіон України, 2013. – 128 с.
- 11.Ковальчук В. А.. Очистка стічних вод. – Рівне : ВАТ «Рівненська друкарня», 2002. – 622 с.
- 12.Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова. Технологія очистки стічних вод [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://eprints.kname.edu.ua/59677/1/2021_ПЕЧ_205Л_Конспект_2019_СВ_2021_194%2В%2Виспр1.pdf
- 13.Інститут мікробіології і вірусології ім. Д. К. Заболотного НАН України. Наукова стаття [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://biotechnology.kiev.ua/images/BTA/2011/3_2011/Sidorov3_2011.pdf
- 14.United States Environmental Protection Agency. Sequencing Batch Reactors Factsheet [Електронний ресурс]. – 2022. – Режим доступу: <https://www.epa.gov/system/files/documents/2022-10/sequencing-batch-reactors-factsheet.pdf>
- 15.Інститут продовольчих ресурсів НААН України. Наукова стаття [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://iprjournal.kyiv.ua/index.php/pr/article/download/181/125>
- 16.Biofilm Reactors / prepared by the Biofilm Reactors Task Force of the Water Environment Federation. – Alexandria : Water Environment Federation (WEF Press), 2010. – 608 p. – (WEF Manual of Practice ; No. 35).

17. Чернігівський національний педагогічний університет імені Т. Г. Шевченка. Біоплівки та біообростання : збірник лекцій [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://epub.chnpu.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/8832/1/Біоплівки%20та%20біообростання%20%20збірник%20лекцій%20.pdf>
18. Саблій Л. А., Бунчак О. М., Плаван В. П.. Попереднє очищення стічних вод шкіряних заводів фізико-хімічними методами // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. – 2013. – № 1 (69). – С. 117–122.

ДОДАТОК А

Специфікація обладнання

Позиція	Позначення	Найменування	К-сть	Примітки
ПЗ-1		Повітрозабірник. Діаметр труби 300 мм; висота труби 7 м.	1	Збірний
Ф-2		Фільтр попереднього очищення повітря ФЯР з металічними гофрованими сітками, що змащені маслом. Питома продуктивність 3000 м ³ /(м ² ·год); пилоємність – 200 г/м ² ; Ефективність очистки 80%; гідравлічний опір – 40 Па	1	Збірний

					<i>КББЕ.ББ2120.ДП.ПЗ</i>		
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	<i>Додаток А</i>		
Розроб.	Черкасова С.С.						
Перевір.	Садлії Л.А.						
Реценз.							
Н. Контр.							
Затверд	Садлії Л.А.				КПІ ім. Ізгоря Сікорського, ФБТ		
					Літ.	Арк.	Аркушів
						60	65

В-3		Компресор повітряний. Тиск на виході 0,3 МПа. Потужність електродвигуна 3500 кВт; продуктивність 970 м³ повітря/хв; температура повітря на виході 120°C.	2 роб, 1 рез	Збірний
Р-6 Р-7 Р-8 Р-10		Реактори для приготування робочих розчинів. Об'єм 5 м³	4	Неірж. Сталь 12Х18Н10Т
К-13		Котельня для підготовки гарячого теплоносія	1	
РБ-14	РМБ-ТП	Барабанна решітка. Швидкість подачі 1 м/с.	2 роб. 1 рез.	Збірний
СЖ-15		Сепаратор жиру. Час очищення 40 хв.	1	Збірний
УС-16		Усереднювач стічних вод. Час усереднення 8 год. Витрата повітря 6 м³/год.	1	Збірний
ІУ-12		Іоннообмінна установка.	1	Збірний

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КББЕ.ББ2120.ДП.ПЗ

Арк.

61

НБ-17		Напірний бак. Тиск 0,3 МПа, тривалість насичення 9 хв, концентрація повітря 55 л/м ³ .	1	Збірний
НФ-19		Напірний флотатор, час обробки 30 хв, концентрація FeCl ₃ – 400 мг/дм ³ , Ca(OH) ₂ – 250 мг/дм ³	1	Збірний
АР-20		Аеротенк-змішувач з регенератором.	1	Збірний
В-21		Вторинний вертикальний відстійник.	5	Збірний
АР-22	ТП-902-2-192	Аеротенк-витиснювач з регенератором. Кількість коридорів 3; ширина коридору 4,5 м; робоча глибина 3,2 м.	1	Збірний
В-23	ТП-902-2-168	Третинний вертикальний відстійник. Діаметр 9 м.	5	Збірний
АС-25		Аеробний стабілізатор. Пневматична система аерації.	1	Збірний

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КББЕ.ББ2120.ДП.ПЗ

Арк.

62

МУ-27		Мулоушільнювач з гідравлічним видаленням осаду, вологість осаду 95-97%.	1	Збірний
КД-28		Камера дегельмінтизації для знезараження стабілізованих осадів, тривалість знезараження 20 хв.	1	Неірж. сталь 12Х18Н10Т
Р-29		Реактор для змішування реагентів з осадом.	1	Неірж. Сталь 12Х18Н10Т
Ф-30		Фільтр-прес, вологість осаду 72-75%.	2 роб. 1 рез.	Збірний
АМ-33		Аварійний муловий майданчик для зневоднення осадів у випадку аварії на лінії обробки осадів, вологість осаду 73-75%.	2	
Н-5 Н-7 Н-9 Н-11 Н-17 Н-21 Н-24		Відцентровий насос для перекачування потоків.	10 роб., 5 рез.	Збірний

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КББЕ.ББ2120.ДП.ПЗ

Арк.

63

Н-26				
Н-31				
Н-32				
КП1.1	SGYD10322N	Манометр. Діапазон вимірювання 0-2 бар.	3	Неірж. сталь 12X18H10T
КП1.2				
КП3.1				
КП4.1	REF102/112	Рефрактометр для вимірювання концентратів.	8	
КП4.2				
КП6.1				
КП6.2				
КП8.1				
КП8.2				
КП10.1				
КП10.2				
КП12.1	ТКП-160СгМ2	Термометр манометричний, конденсаційний. Межі вимірювань 0-120 °С.	4	Неірж. сталь 12X18H10T
КП12.2				
КП13.3				
КП13.2				
КП13.1	ВР-1	Регулятор потоку води. Температура робочого середовища 40-150 °С, точність ±1%.	2	Збірний
КП16.1				
КП15.1	VisiTrace DO	Датчик вимірювання концентрації кисню. Діапазон вимірювань 0- 2000 ppb.	5	
КП16.1				
КП19.1				
КП21.3				
КП23.1				

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КББЕ.ББ2120.ДП.ПЗ

Арк.

64