

СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

імені Володимира Даля

Факультет _____ інженерії _____

(повне найменування факультету)

Кафедра _____ хімічної інженерії та екології _____

(повна назва кафедри)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломного проекту (роботи)

освітнього ступеня _____ бакалавр _____

(бакалавр, магістр)

спеціальності _____ 101 Екологія _____

(шифр і назва спеціальності)

на тему: Порівняльна характеристика стану біоценозу активного мулу аеробного та анаеробного процесів біологічної очистки стічних вод

Виконала: здобувач вищої освіти групи _____ ПЕО-17д _____

_____ Полонська Ю.В. _____

(прізвище, та ініціали)

(підпис)

Керівник _____ Блінова Н.К. _____

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Завідувач кафедри _____ Суворін О.В. _____

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Рецензент _____ Мохонько В.І. _____

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Севєродонецьк - 2021 р.

СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені Володимира Даля

Факультет _____ інженерії _____
Кафедра _____ хімічної інженерії та екології _____
Освітній ступінь _____ бакалавр _____
(бакалавр, магістр)
Спеціальність _____ 101 – Екологія _____
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедрою ХІЕ

О.В. Суворін

“ _____ ” _____ 2021 р.

ЗАВДАННЯ

НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Полонської Юлії Володимирівни

1. Тема роботи:

Порівняльна характеристика біоценозу активного мулу аеробного та анаеробного процесів біологічної очистки стічних вод

Керівник роботи _____ Блінова Наталія Костянтинівна, к.б.н., доц. _____
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від 18.03.2021 р. № 53/15.25

2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи - 15 червня 2021 р.

3. Вихідні дані до роботи: літературні, патентні та регламентні дані.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):

Вступ. 1. Загальна характеристика методів очистки стічних вод. 2. Особливості біологічної очистки стічних вод. 3. Характеристика активного мулу. 4. Порівняльна характеристика аеробного та анаеробного активного мулу. 5. Технологічні особливості очистки стічних вод целюлозно-паперового підприємства. Висновки. Анотація. Література.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

1. Технологічна схема очистки стічних вод
2. Анаеробний ІС-реактор
3. Аеробний та анаеробний активний мул

6. Дата видачі завдання –18 березня 2021 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор №	Назва етапів кваліфікаційної магістерської роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	18.03.2021	
2	Загальна характеристика методів очистки стічних вод	15.04.2021	
3	Особливості біологічної очистки стічних вод.	02.05.2021	
4	Характеристика активного мулу	15.05.2021	
5	Порівняльна характеристика аеробного та анаеробного активного мулу.	25.05.2021	
6	Технологічні особливості очистки стічних вод целюлозно-паперового підприємства.	02.06.2021	
7	Висновки	14.06.2021	
ГРАФІЧНА ЧАСТИНА			
1	Технологічна схема очистки стічних вод	02.06.2021	
2	Анаеробний ІС-реактор	07.06.2021	
3	Аеробний та анаеробний активний мул	13.06.2021	

Здобувач вищої освіти

_____ Полонська Ю.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ Блінова Н.К.
(підпис) (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Дипломний проект на тему: «Порівняльна характеристика стану біоценозу активного мулу аеробного та анаеробного процесів біологічної очистки стічних вод», складається з пояснювальної записки, що містить 65 сторінок, 11 таблиць, 9 рисунків, використано 15 джерел літератури. Графічна частина - 3 аркуші.

БІОЛОГІЧНА ОЧИСТКА, АНАЕРОБНИЙ РЕАКТОР, АЕРОБНИЙ РЕАКТОР МАТЕРІАЛЬНИЙ БАЛАНС, ПРОМИСЛОВІ СТОКИ, ЕФЕКТИВНІСТЬ ОЧИЩЕННЯ

У дипломному проекті розроблена технологія анаеробної очистки стічних вод в ІС-реакторі на ВАТ «Рубіжанський картонно-тарний комбінат. Проведена порівняльна характеристика аеробного флокульованого та анаеробного гранульованого мулу. Показано, що гранульований мул може мати більш високу концентрацію, яка у реакторі складає 72 г/дм^3 , кращу вологовіддачу, що дозволяє надійно, з високою якістю очищувати стоки. Максимальна ефективність вилучення (біоенергетичної трансформації) в анаеробному реакторі відбувається по органічній речовині і складає за показником ХСК – 85,63 %, а за показником БСК – 88,53 %. Відвернений еколого-економічний збиток від впровадження нового рішення складе 12328,41 грн/рік.

					ПД.02.01.ПЗ			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Реферат</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>		Полонська Ю.В.						
<i>Кер.пр.</i>		Блінова Н.К.						
<i>Консульт.</i>								
<i>Н. контр.</i>								
<i>Зав.каф.</i>		Суворін О.В.				<i>СНУ ім.В.Даля, гр. ПЕО-17д</i>		

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА МЕТОДІВ ОЧИСТКИ СТІЧНИХ ВОД	9
1.1 Класифікація та характеристика стічних вод.....	9
1.2 Методи очистки стічних вод.....	10
2. ОСОБЛИВОСТІ БІОЛОГІЧНОЇ ОЧИСТКИ СТІЧНИХ ВОД	14
2.1 Класифікація методів біологічної очистки стічних вод.....	14
2.2 Очистка стічних вод в аеротенках.....	17
2.3 Анаеробні процеси.....	18
2.4 Типи сучасних анаеробних реакторів	23
3. ХАРАКТЕРИСТИКА АКТИВНОГО МУЛУ	32
3.1 Характеристика активного мулу	32
3.1.1 Біоценоз активного мулу в умовах аерації	33
4. ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА АЕРОБНОГО ТА АНАЕРОБНОГО АКТИВНОГО МУЛУ	37
4.1 Порівняльна характеристика аеробної та анаеробної очистки стічних вод.....	37
4.2 Гідробіологічний аналіз аеробного активного мулу	40
4.3 Характеристика гранульованого активного мулу	43
5. ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ОЧИСТКИ СТІЧНИХ ВОД ЦЕЛЮЛОЗНО-ПАПЕРОВОГО ПІДПРИЄМСТВА.....	46
5.1 Характеристика стічних вод целюлозно-паперової промисловості	46
5.2 Технологічний процес очистки стічних вод на ВАТ «Рубіжанський картонно-тарний комбінат»	49
5.3 Робота ІС-реактору на Рубіжанському картонно-тарному комбінаті ...	53
5.4 Матеріальний баланс анаеробної біологічної очистки	56
5.5 Оцінка відверненого еколого-економічного збитку.....	57

					ПД.02.01.ПЗ			
					<i>Зміст</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Полонська Ю. В.</i>			СНУ ім.В.Даля, гр. ПЕО-17д			
<i>Кер.пр.</i>		<i>Блінова Н.К.</i>						
<i>Консульт.</i>								
<i>Н. контр.</i>								
<i>Зав.каф.</i>		<i>Суворін О.В.</i>						

ВИСНОВКИ.....	61
АНОТАЦІЯ.....	63
ЛІТЕРАТУРА.....	64

					<i>ПД.02.01.ПЗ</i>	Арк.
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

ВСТУП

Найбільш ефективним очищенням стічних вод є біологічне очищення. Біологічне очищення – це метод очищення стічних вод від органічних і деяких неорганічних домішок, яке здійснюється біоценозом мікроорганізмів, що включає в себе велику кількість різних бактерій, простіших і ряд більш високоорганізованих організмів – водоростей, грибків, пов’язаних між собою в єдиний комплекс складними взаємовідносинами (метабіоз, симбіоз і антагонізм). Під дією мікроорганізмів можуть відбуватися окиснювальний (аеробний) чи відновлювальний (анаеробний) процеси.

Анаеробні методи очистки стічних вод відрізняються від аеробних тим, що 90% споживаних органічних сполук переводяться в продукти метаболізму, основною складовою яких є цінний енергоносій – метан, і тільки 10% – перетворюються в біомасу. Це обумовлює перспективність використання анаеробних методів очистки промислової стічної води.

Процеси анаеробного очищення протікають в герметичних метантенках або біореакторах з закріпленою мікрофлорою (біофільтрах), які виконуються з бетону, металу або високоміцного пластика. Під час розкладання органіки чисельність колонії бактерій практично не змінюється. Оскільки в конструкції не потрібна складна система контролю умов середовища, то анаеробна очистка – більш дешевий метод. Перевагою анаеробного біологічного очищення стічних вод є висока швидкість і використання речовин в низьких концентраціях, а також відносно незначне утворення мікробної біомаси. Незважаючи на численність запропонованих апаратів для систем очищення води до останнього часу не має досконалих конструкцій анаеробних біофільтрів, які в повній мірі задовольняли б потребам виробництва.

					ПД.02.01.ПЗ			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Вступ</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>		Полонська Ю.В.						
<i>Кер.пр.</i>		Блінова Н.К.						
<i>Консульт.</i>								
<i>Н. контр.</i>								
<i>Зав.каф.</i>		Суворін О.В.			СНУ ім. В. Даля, гр. ПЕО-11д			

Використання анаеробних біофільтрів в системах очищення стічної води обмежене відсутністю науково-обґрунтованих методів їх проектування, які враховують гідродинамічні, тепло- і масообмінні процеси, що протікають в біореакторі. Для визначення шляхів підвищення ефективності біофільтрів в роботі проводиться дослідження гідродинамічних та масообмінних процесів, що відбуваються при очищенні промислової стічної води.

Метою даного проекту є проведення порівняльної характеристики аеробного флокульованого та анаеробного гранульованого мулу.

					ПД.02.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА МЕТОДІВ ОЧИСТКИ СТІЧНИХ ВОД

1.1 Класифікація та характеристика стічних вод

Стічні води – це води, які забруднені різними виробничими відходами, для видалення яких з території населених пунктів і підприємств промисловості обладнуються спеціальні каналізаційні системи. Також до стічних вод відносять води, які стали наслідком випадання різних атмосферних опадів.

Стічні води можна класифікувати на три основні категорії в залежності від їх складу, походження та якісних показників домішок і забруднень:

1. Побутові, або господарсько-фекальні – води, які вилучають з різних побутових приміщень;
2. Промислові, або виробничі – води, які використовувались для різних технологічних процесів;
3. Атмосферні стічні води – талі та дощові води, води від поливу зелених насаджень і вулиць.

Виробничі стічні води поділяють на дві групи: забруднені та незабруднені («умовно чисті»). На підприємствах значну частину води витрачають на охолодження устаткування, готової продукції і т.д. Така вода не забруднюється, а тільки нагрівається.

Тому, до промислових стічних вод належать:

- умовно чисті (від охолодження агрегатів);
- хімічно забруднені стічні води;
- поверхневі стічні води, які збираються на території підприємств.

Хімічно забруднені стічні води поділяються на:

- органічно забруднені;
- забруднені мінеральними домішками;
- забруднені мінеральними і органічними домішками;

					ПД.02.01.ПЗ			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Загальна характеристика методів очистки стічних вод</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Полонська Ю.В.</i>						
<i>Кер.пр.</i>		<i>Блінова Н.К.</i>						
<i>Консульт.</i>								
<i>Н. контр.</i>								
<i>Зав.каф.</i>		<i>Суворін О.В.</i>				<i>СНУ ім.В.Даля, гр. ПЕО-17д</i>		

Для доочистки біологічно очищених стічних вод використовуються такі методи:

- фільтрування через сітчасті фільтри (мікрофільтри, барабаннісітки);
- фільтрування через зернисті завантаження (пісок, керамзит, антрацит, вугілля, спінений полістирол);
- доочистка в біоставках;
- фізико-хімічна доочистка.

					ПД.02.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. ОСОБЛИВОСТІ БІОЛОГІЧНОЇ ОЧИСТКИ СТІЧНИХ ВОД

2.1 Класифікація методів біологічної очистки стічних вод

Біологічна очистка стічних вод ґрунтується на здатності різних груп мікроорганізмів використовувати органічні забруднення стічних вод в якості продуктів харчування. В результаті цього мікроорганізми отримують енергію для життєдіяльності та конструктивних матеріал для відтворення власних клітин. Ідею біологічної очистки людина взяла у природи, де відбуваються процеси розкладу органічних речовин за участю різних організмів. Тому споруди для біологічної очистки стічних вод являє собою обмежену у просторі екологічну систему з своєрідними умовами існування та біоценозом, сформованим для цих умов.

Біологічні методи очистки стічних вод ґрунтуються на природних процесах життєдіяльності гетеротрофних мікроорганізмів. Мікроорганізми мають цілий ряд особливих властивостей, з яких слід виділити три основних, які використовують для цілей очистки:

1. Здатність споживати в якості джерела харчування різноманітні органічні (і деякі неорганічні) сполуки для отримання енергії та забезпечення свого функціонування.
2. Властивість швидкого розмноження.
3. Здатність утворювати колонії та скупчення, які порівняно легко можна відділити від очищеної води після завершення процесів вилучення забруднень, які містяться в ній.

Розклад органічних речовин може відбуватися як в анаеробних, так і в аеробних умовах. Аеробні процеси використовуються для окислення забруднень, що залишилися в стічних водах після відстоювання.

Аеробна очистка може здійснюватися у природних умовах, в умовах, близьких до природних та штучно створених умовах.

					ПД.02.01.ПЗ			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Особливості біологічної очистки стічних вод</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Полонська Ю.В.</i>						
<i>Кер.пр.</i>		<i>Блінова Н.К.</i>						
<i>Консульт.</i>								
<i>Н. контр.</i>								
<i>Зав.каф.</i>		<i>Суворін О.В.</i>				<i>СНУ ім.В.Даля, гр. ПЕО-17д</i>		

2.2 Очистка стічних вод в аеротенках

Аеротенк – це резервуар прямокутної форми зроблений з металу, монолітного або збірного залізобетону або пластмаси, глибина якого 3-6 м. В залежності від умов аеротенки заглиблюють або установлюють на поверхні землі, на відкритому повітрі чи в шатрах-підсилювачах.

Повітря, яке вводиться за допомогою пневматичних або механічних пристроїв, перемішують рідину, яка оброблюється, з активним мулом та насичує її киснем, який необхідний для життєдіяльності бактерій, найпростіших і багатоклітинних організмів. Аеротенки застосовують для багатьох видів стічних вод в широкому діапазоні їх витрат і концентрацій забруднень.

За способом подачі стічних вод і гідродинамічному режиму конструкції аеротенків, які використовують, їх розділяють на три типи: витіснювачі з «поршнеvim» потоком стічних вод, змішувач з розосередженою чи центральною подачею і випуском стічних вод, аеротенки проміжного типу.

Аеротенки витіснювачі розділені поздовжніми напрямними перегородками, кожна з яких не доходить до однієї з торцевої стіни, на коридори. Число коридорів від 1 до 4, співвідношення загальної довжини коридорів до ширини >30-40. В торцях аеротенків розташовані канали для впуску та відведення стічних вод. В залежності від геометричних розмірів аеротенків гідродинамічний режим в них в тій чи іншій мірі наближається до режиму витіснення. Особливість процесу, який протікає в аеротенку-витіснювачі, є зміна концентрації забруднюючих речовин в стічних водах і швидкості очистки по довжині аеротенку. Окиснюючий процес в аеротенках-витіснювачах відбувається нерівномірно: на початку аеротенку – швидше, а по мірі наближення до кінця та зменшення кількості субстрату – повільніше. Аерація також повинна здійснюватися нерівномірно.

В таких аеротенках можна досягнути високої глибини очистки, однак при залповому надходженні забруднюючих речовин, що зазвичай характерно для виробничих стоків, активний мул виявляється перевантаженим, спухає та виноситься з вторинних відстійників.

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

ПД.02.01.ПЗ

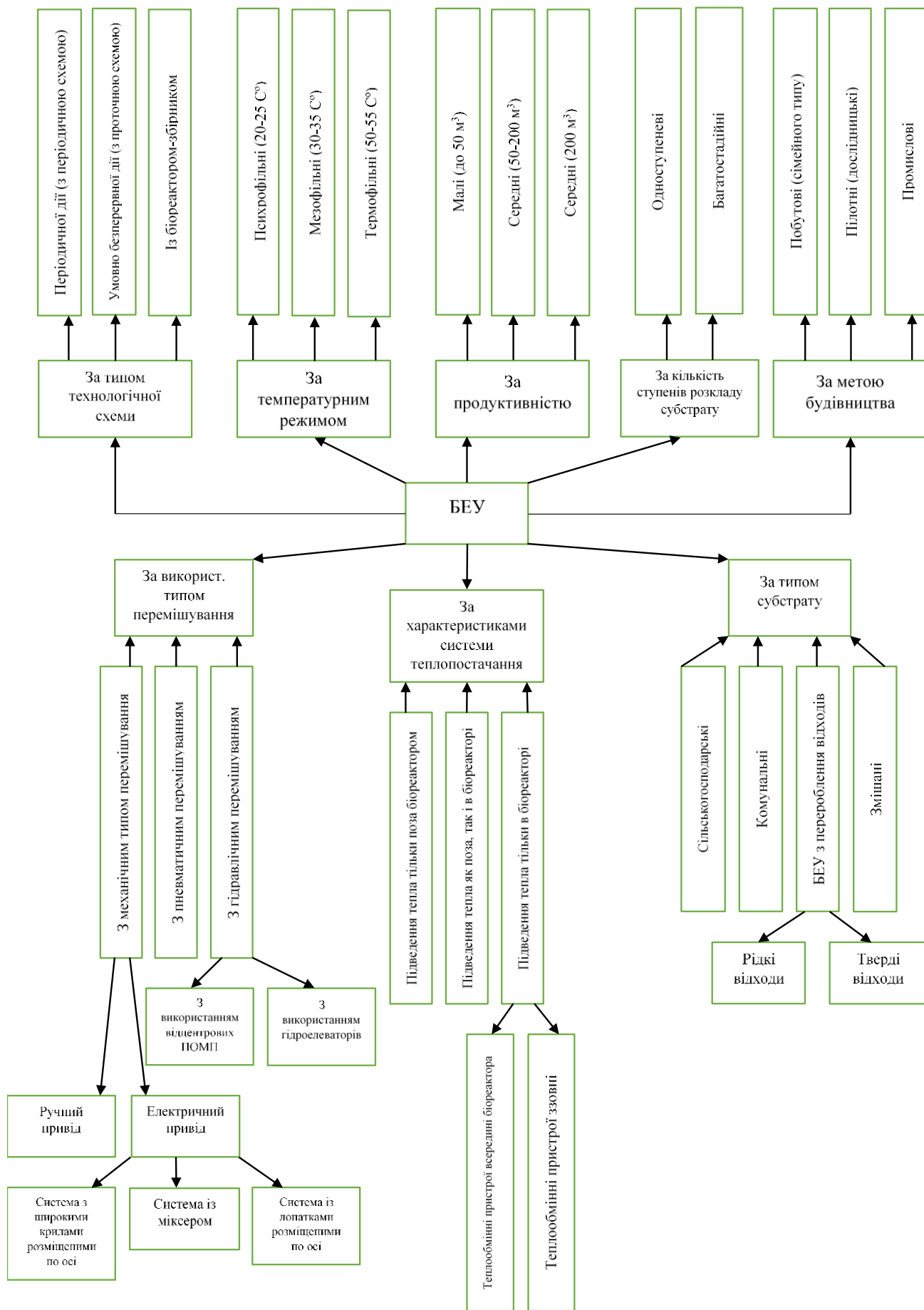
Біологічний реактор – це апарат для проведення біохімічних реакцій в аеробному або анаеробному середовищі при заданій температурі, тиску, рН та інших факторах за допомогою спеціальних мікроорганізмів.

Особливості анаеробних реакторів обумовлені видом і обсягом відходів, які переробляються, ступенем деградації, що необхідний та місцем анаеробного біофільтра у технологічній схемі очищення.

Нижче пропонується загальноприйнята класифікація анаеробних реакторів, що заснована на формі макроструктур метаногенів біомаси в них.

					ПД.02.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Рисунок 2: Класифікація анаеробних реакторів



Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ПД.02.01.ПЗ

Арк.

конструкції. Верхня частина реактора, зазвичай, 25%-30 % об'єму, заповнена інертним носієм, закріпленим, або таким, що плаває. Таким чином вдається уникнути характерного для анаеробного фільтра засмічення нижніх шарів носія та зменшити його кількість.

Процеси третього покоління включають зрідження мікробного шару на синтетичному або природному носії. Реактор з псевдозрідженим шаром характеризується ступенем псевдозрідження більше 50%, а реактори з розширеним шаром мулу – ступенем псевдозрідження близько 20%. Площа контакту носія дуже велика (більше $200 \text{ м}^2/\text{м}^3$), при проведенні процесу відбувається активне перемішування, що усуває проблеми підведення субстрату. Час гідравлічного перебування становить менше 12 годин. Однак, ці реактори споживають більше енергії і технічно перевершують попереднє покоління, тобто мають більш складну конструкцію. Застосовувані органічні навантаження можуть перевищувати $40 \text{ кг}_{\text{ХСК}}/(\text{м}^3 \text{сут})$.

					<i>ПД.02.01.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. ХАРАКТЕРИСТИКА АКТИВНОГО МУЛУ

3.1 Характеристика активного мулу

Активний мул являє собою складну екосистему, до складу якої входять організми різноманітних систематичних груп.

Насьогодні найбільш поширені споруди біологічної очистки, в яких активний мул являє собою пластівці (флокули, зооглеї). Пластівці за допомогою аерації або перемішування підтримуються в підвішеному стані. Вони мають розмір до 2-3 мм, можуть бути кулясті, гроноподібні, деревовидні (з широкими лопатями) або представляє собою вузькі щільні тяжі. Колір пластівців від бурожовтого до темно-коричневого. Активний мул має землистий запах. Сумарна поверхня пластівців активного мулу досягає 100 м² на 1 г сухої речовини, що пояснює сорбційну здатність [5].

Суша речовина активного мулу на 70-90% представлена органічними речовинами і на 10-30% – мінеральними. Основну масу органічних речовин складають білки, вміст яких може досягати 70%. Кількість білкових речовин залежить від віку мулу, виду культур мікроорганізмів, які утворюють мул. Крім білків, органічна частина містить ліпіди, вуглеводи та амінокислоти [3].

Молодий активний мул має низьку седиментаційну здатність. Такий мул буває в аеротенці при запуску, а також при великому прирості, коли видаляється значний об'єм надлишкового мулу та вік його зменшується. По мірі дозрівання мулу пластівці стають більш компактними, збільшуються в розмірі, накопичується біополімерний гель, який захищає клітини в пластівцях від впливу токсикантів та утримує клітини мікроорганізмів, такі пластівці відокремлюються від очищеної води в вторинних відстійниках.

Разом з тим при певних умовах може спостерігатися зниження седиментаційної здатності зрілого активного мулу, який раніше добре осідав. При цьому відбувається спухання пластівців мулу.

					ПД.02.01.ПЗ			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Характеристика активного мулу</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Полонська Ю.В.</i>						
<i>Кер.пр.</i>		<i>Блінова Н.К.</i>						
<i>Консульт.</i>								
<i>Н. контр.</i>								
<i>Зав.каф.</i>		<i>Суворін О.В.</i>						
						<i>СНУ ім.В.Даля, гр. ПЕО-17д</i>		

розгалуження. Наявність нитчастих форм пов'язано з явищем «спухання» активного мулу. Нитки *Sphaerotilus* негативно впливають на процес осадження активного мулу, але мають високу окиснювальну здатність [6].

Ще одними представниками організмів активного мулу є дріжджі і дріжджоподібні гриби (*Trichosporoncutaneum*, *Rhodotorulaglutinis*, *R. mucilaginesa*, *Candidaparapsilosis*, *C. Tropicalis*). Розвитку грибів сприяє кисле середовище. З міцеліальних грибів попадаються *Trichoderma*, *Geotrichum*, *Cladosporium*, які беруть участь в розкладанні забруднень.

З червів (*Vermes*) в активному мулі зустрічаються *Nematoda* та *Oligochaeta*. Черви *Nematoda* – представники класу круглих червів з щільною кутикулою та загостреними кінцями тіла. Черви *Oligochaeta* – представники кільчастих червів, які мають рожевий колір, на кожному членику тіла розташовані щетинки, на шкірі іноді просвічуються жирові залози червонуватого кольору. Наявність великої кількості червів на біофільтрі вказує на замулювання споруди[3].

					ПД.02.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА АЕРОБНОГО ТА АНАЕРОБНОГО АКТИВНОГО МУЛУ

4.1 Порівняльна характеристика аеробної та анаеробної очистки стічних вод

Стічна вода різних виробництв має різну ступінь забрудненості. Забрудненість стічних вод органічними речовинами, яку виражають величиною ХСК, являє собою залишки вихідної речовини або виробленого продукту. Такі забруднення добре розкладаються біологічним шляхом. Для цього потрібно обрати оптимальний метод очищення стічних вод від забруднень. Перед тим, як використовувати біологічний метод очистки стічних вод потрібно розглянути недоліки та переваги цього методу очистки, а також економічну ефективність.

В анаеробному процесі очищення стічних вод необхідною умовою роботи реактора є неперервне введення кисню під час ферментації. Це призводить до додаткових витрат. При аеробному очищенні процес деструкції органічної речовини протікає активніше ніж при анаеробному зародженні, у результаті біоконверсії утворюється велика кількість надлишкової біомаси, що потім з'являється проблема її утилізації. Анаеробний метод очищення стічної води відрізняється тим, що 90% споживаних органічних сполук перетворюються в продукти метаболізму, основною складовою яких є цінний енергоносій – метан, а 10% - перетворюється в біомасу. Це пояснює перспективу використання анаеробних методів очистки стічних вод.

Далі представлено таблицю 3, в якій перераховуються особливості методів очистки стічних вод.

					ПД.02.01.ПЗ					
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	Порівняльна характеристика аеробного та анаеробного активного мулу					
<i>Розроб.</i>		Полонська Ю.В.						<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Кер.пр.</i>		Блінова Н.К.								
<i>Консульт.</i>								СНУ ім.В.Даля, гр. ПЕО-17д		
<i>Н. контр.</i>										
<i>Зав.каф.</i>		Суворін О.В.								

Таблиця 3: Порівняння аеробних та анаеробних методів очистки стічних вод

Аеробна очистка стічних вод	Анаеробна очистка стічних вод
1	2
Умови використання	
<ul style="list-style-type: none"> - тільки після попереднього відстоювання (освітлення); - застосовується при невисоких концентраціях забруднення стічних вод; - використання холодної води; - надходження токсичних речовин на очисні споруди умовно дозволено; - потрібна попередня нейтралізація для лужної стічної води. 	<ul style="list-style-type: none"> - можна застосовувати без попереднього відстоювання (освітлення); - застосовується тільки при високо концентрованих забрудненнях стічних вод; - використання відносно теплої води (>25°); - заборонено надходження токсичних речовин на очисні споруди; - лужну стічну воду оброблюють без попередньої нейтралізації.
Особливості експлуатації очисних споруд	
<ul style="list-style-type: none"> - необхідна безперервна подача стічної води на очисні споруди; - для отримання необхідних значень ГДК використовують декілька ступенів очищення; - спостерігається зниження вмісту N та P в стічній воді; - утворюється велика кількість надлишкового активного мулу; - є небезпека засмічення носіїв 	<ul style="list-style-type: none"> - існують деякий час без надходження «свіжої» стічної води; - при вимогах до якості стічних вод потрібна аеробна ступінь доочищення; - не спостерігається значне зниження вмісту у воді N та P; - утворюється дуже мала кількість надлишкового активного мулу; - небезпеки швидкого засмічення

<p>біомаси;</p> <ul style="list-style-type: none"> - невелика об'ємна продуктивність очисних споруд; - потреба у великих виробничих площах; - вимагають необхідності технічного обслуговування систем аерації, устаткування зневоднення тощо; - сильний неприємний запах. 	<p>носіїв біомаси немає;</p> <ul style="list-style-type: none"> - висока об'ємна продуктивність; - потреба в малих виробничих площах; - майже не вимагають технічного обслуговування; - запах відсутній.
<p>Відходи</p> <ul style="list-style-type: none"> - проблема утилізації відходів - отримання енергетично цінного біогазу 	
<p>Грошові затрати</p> <ul style="list-style-type: none"> - менші інвестиційні витрати; - високі експлуатаційні витрати; - велика потреба в електроенергії (аерація води); - потреба у внесенні поживних речовин; - зневоднення, транспортування та розміщення активного мулу. <ul style="list-style-type: none"> - значні інвестиційні витрати; - нижчі експлуатаційні витрати; - невелика потреба в електроенергії; - введення додаткових поживних речовин не потрібне; - невелика кількість надлишкового активного мулу; - рентабельно при відносно великих розмірах. 	

З даної таблиці можна зробити такий висновок:

- Анаеробний метод очистки стічних вод більш менш затратний порівняно з аеробним методом очистки стічних вод. Можна значно скоротити затрати на технічне обслуговування установки, на

					ПД.02.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Рисунок 5: Препарат активного мулу. 1 – прикріплені інфузорії роду Epistylis; 2 – коловертки роду Rotifer; 3 – війкові інфузорії роду Colpoda

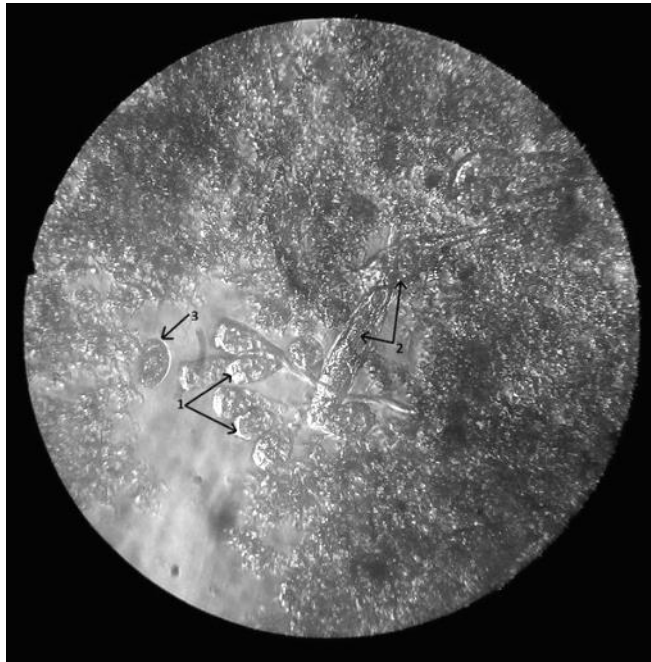
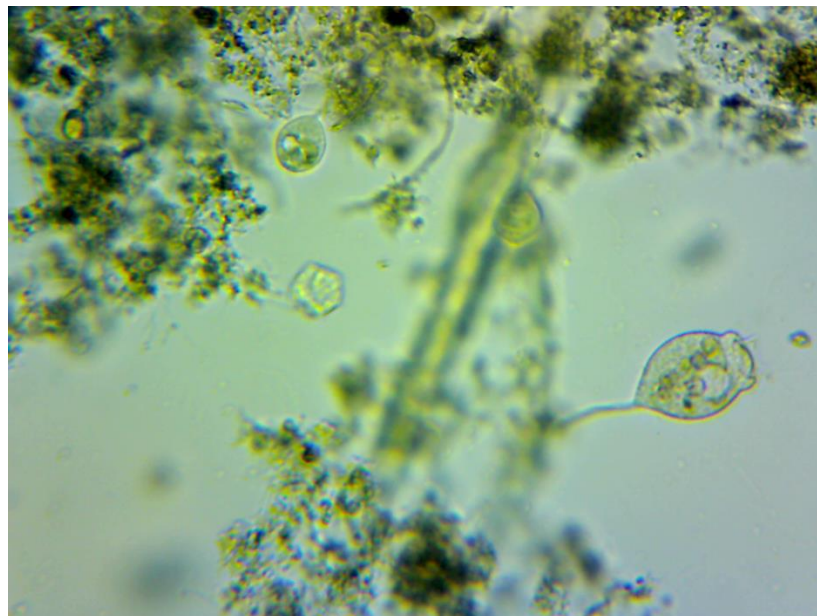
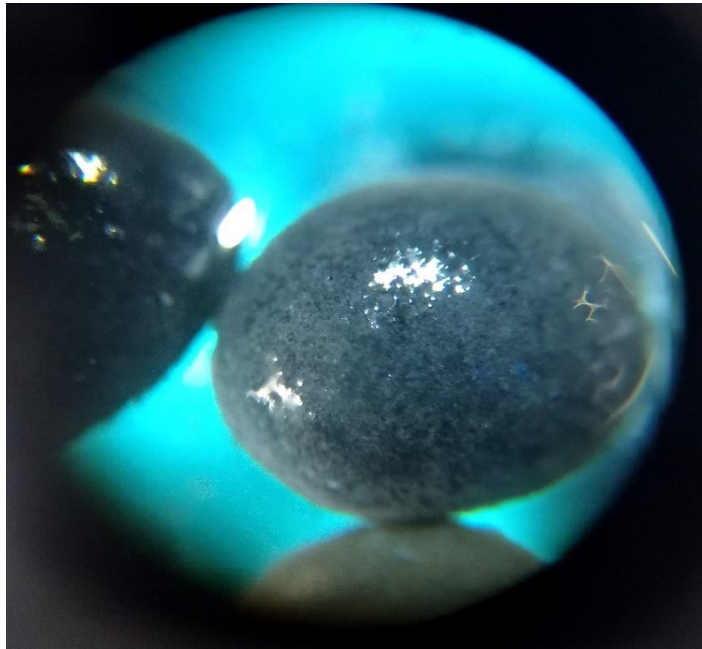


Рисунок 6: Війкові інфузорії Colpoda



					ПД.02.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Рисунок 9: Гранульований мул під мікроскопом



Завдяки своїй сталості, структурованості анаеробний мул володіє гарними вологовіддавальними властивостями та дає малий приріст біомаси. Це суттєво спрощує його подальшу обробку та зневоднення.

Високоякісний активний мул анаеробних реакторів успішно реалізується в якості інокулянту для запуску нових установок на аналогічних стоках, в тому числі, за кордон. Мікроорганізми метанового біоценозу можуть тривалий час обходитися без харчування, а при його відновленні можуть активізуватися.

					ПД.02.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5: ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ОЧИСТКИ СТІЧНИХ ВОД ЦЕЛЮЛОЗНО-ПАПЕРОВОГО ПІДПРИЄМСТВА

5.1 Характеристика стічних вод целюлозно-паперової промисловості

Целюлозно-паперова промисловість (ЦПП) являє собою найбільш водоспоживчу галузь і тому, є потенціальним джерелом високої екологічної небезпеки для природних водних об'єктів, куди скидаються стічні води підприємства цієї галузі. Ступінь небезпеки залежить від:

- об'єму стічних вод;
- складу та концентрації речовин, які забруднюють стічні води;
- виду сировини та технологічного процесу, який застосовується на підприємстві.

За характером забруднень стічні води ЦПП можна розділити на потоки:

- корувмісні;
- волокно- та каоліновмісні (виробництво волокнистих напівфабрикатів, паперу та картону);
- щолоковмісні (одержання волокнистих напівфабрикатів);
- кислі (кислотні цехи сульфит-целюлозного виробництва);
- смердючі (варильні та випарні цехи сульфат-целюлозного виробництва);
- хлоровмісні (цехи приготування вибілювальних розчинів і вибілювальні цехи);
- шламо- та золувмісні;
- умовно-чисті (охолодження обладнання);
- дощові води.

В процесі отримання первинної целюлози загальною для всіх технологій являється стадія попередньої підготовки деревини [10].

					ПД.02.01.ПЗ								
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	Технологічні особливості очистки стічних вод целюлозно-паперового підприємства								
Розроб.		Полонська Ю.В.								<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>	
Кер.пр.		Блінова Н.К.											
Консульт.										СНУ ім.В.Даля, гр. ПЕО-17д			
Н. контр.													
Зав.каф.		Суворін О.В.											

Таблиця 5: Фізико-хімічна характеристика стічних вод, утворених при виробництві целюлози

Показник	Термомеханічна маса (ТММ)	Хіміко-термомеханічна маса (ХТММ)	Сульфатний процес	Сульфітний процес
рН	4,2	-	10,2	1,8 – 5,9
Завислі речовини, мг/дм ³	810	500	16	45
БСК ₅ , мг О ₂ /дм ³	2800	3000 - 4000	10700	3700 - 5100
ХСК, мг О ₂ /дм ³	7210	6000 - 9000	16000	9800

Стічні води з неорганічних речовин містять такі речовини, як солі натрію та вільні луки. Органічна частина забруднень складається з лактонів, лігніну, фенолів тощо. Стічні води сульфітного виробництва целюлози містять органічні забруднення, в тому числі лігносульфонові кислоти, моно- та полісахариди. При використанні механічного процесу отримання целюлози забруднення складаються переважно з органічних речовин, кількість яких значно підвищується при використанні відбілювання.

Целюлозно-паперові підприємства споживають велику кількість водних ресурсів (табл. 6), які у вигляді стічних вод потім скидаються у водойми природного походження.

					ПД.02.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вилучено:

$$60 - 8,62 = 51,38 \text{ кгХСК/добу}$$

1.2 Розрахуємо загальний вміст забруднень БСК в потоці та після очистки:

$$1) 1500 * 20000 = 30000000 = 30 \text{ кг/добу}$$

$$2) 172 * 20000 = 3440000 = 3,44 \text{ кг/добу}$$

Вилучено:

$$30 - 3,44 = 26,56 \text{ кгБСК/добу}$$

1.3 Розрахуємо ефект очистки:

$$E = \frac{M_{\text{ВХ}} - M_{\text{ВИХ}}}{M_{\text{ВХ}}} * 100\%$$

$$\text{ХСК: } E = \frac{60 - 8,62}{60} * 100\% = 85,63\%$$

$$\text{БСК: } E = \frac{30 - 3,44}{30} * 100\% = 88,53\%$$

Таблиця 8: Таблиця матеріального балансу анаеробної біологічної очистки стічних вод (потужність 20000 м³/добу)

Речовина	Прихід, кг	Витрата, кг		Ефект очистки, %
		Вихід, кг	Вилучено, кг	
ХСК	60	8,62	51,38	85,63
БСК	30	3,44	26,56	88,53
Всього	90	12,06	77,94	-

Таким чином, максимальна ефективність вилучення (біоенергетичної трансформації) в анаеробному реакторі відбувається по органічній речовині і складає за показником ХСК – 85,63 %, а за показником БСК – 88,53 %.

5.5 Оцінка відверненого еколого-економічного збитку

Природоохоронні заходи і програми мають відповідати інтересам охорони довкілля і здоров'я людини і забезпечувати максимальний загальноекономічний ефект, складовими якого є екологічний і соціально-економічні рівні природоохоронної діяльності.

					ПД.02.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Економічний збиток від деградації навколишнього середовища або еколого-економічний збиток - грошова оцінка негативних змін у навколишнім середовищі в результаті її забруднення, у якості й кількості природних ресурсів, а також наслідків таких змін.

Величину еколого-економічного збитку можна представити у вигляді суми різних видів витрат, збитків від деградації навколишнього середовища.

Економічна оцінка відверненого річного збитку в результаті очищення та скиду очищених побутових стічних вод у водойми деяким джерелом (або кількома) здійснюється за формулою:

$$З = \gamma * \sigma_x * \sum M;$$

де:

З - еколого-економічний збиток (грн/рік);

γ - константа, що завдає розмір шкоди при надходженні в природне середовище 1т умовних забруднюючої речовини, грн/ум.т;

σ_x - басейновий коефіцієнт, що залежить від народногосподарського значення водного джерела, що зазнає забруднення;

Значення σ_x для Сіверського Донця в нашому регіоні дорівнює 3,79;

М - приведена маса річного скиду домішок даним джерелом в деяку водогосподарську ділянку (ум. т/рік);

$$M = \sum A_i * m_i;$$

де:

i - номер домішки, що скидається з водою;

N - загальне число домішок;

A_i - показник відносної небезпеки скиду i-тої речовини у водойми (ум. т/рік).

$$A_i = \frac{1 \frac{\text{г}}{\text{м}^3}}{\text{ГДК}_{\text{вр}}}, (\text{ум. т}/m),$$

де:

$\text{ГДК}_{\text{вр}}$ - ГДК речовини в водоймі рибогосподарського призначення;

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ПД.02.01.ПЗ

m_i – загальна маса річного скиду i -тої домішки оцінюваним джерелом, т/рік:

$$m_i = C_i * V,$$

де:

C_i – концентрація i -тої домішки в стічних водах, що поступають, г/м³;

V – об'єм річного скиду стічних вод в водойму (млн. м³/рік).

Якщо врахувати, що ріку Сіверський Донець скидається 7300000 м³/рік стічних вод, концентрація речовин в яких до i після впровадження природоохоронного заходу показана в таблиці 9:

Таблиця 9: Значення концентрацій забруднювачів до очистки та після очистки

Показники	Одиниці виміру	Значення концентрації	
		до очистки	після очистки
ХСК	мгО ₂ /дм ³	3000	431
БСК	мгО ₂ /дм ³	1500	172

Таблиця 10: Значення константи A_i для основних забруднюючих речовин

Показники	ГДК _{вр} , мг/л	A_i , ум.т./т.
БСК	3	0,33
ХСК	15	0,067

A_i для речовин, що відсутні у нормативній таблиці, розраховується по формулі:

$$A_i = \frac{I \text{ (г/м}^3\text{)}}{\text{ГДК}_{\text{р.х.і}} \text{ (г/м}^3\text{)}} \text{ ум. т./т}$$

ВИСНОВКИ

У дипломному проекті розроблена технологія анаеробної очистки стічних вод в ІС-реакторі на ВАТ «Рубіжанський картонно-тарний комбінат. Проведена порівняльна характеристика аеробного флокульованого та анаеробного гранульованого мулу. Показано, що гранульований мул може мати більш високу концентрацію, яка у реакторі складає 72 г/дм³, кращу вологовіддачу, що дозволяє надійно, з високою якістю очищувати стоки. Максимальна ефективність вилучення (біоенергетичної трансформації) в анаеробному реакторі відбувається по органічній речовині і складає за показником ХСК – 85,63 %, а за показником БСК – 88,53 %.

При проведенні порівняльної характеристики біоценозу аеробного та анаеробного активного мулу були зроблені наступні висновки [14]:

1. Виявлено, що при анаеробній біологічній очистці стічних вод можливо значно скоротити затрати на експлуатацію установки, зменшуються затрати на утилізацію відпрацьованого активного мулу, а також знижуються витрати на обслуговування. Використання анаеробного методу очистки стічних вод є ефективним для висококонцентрованих забруднень у стічній воді, а також для значних об'ємів води, яка поступає на очищення.
2. Для промислових стічних вод анаеробне очищення є найбільш ефективним, так як такі води містять високі концентрації забруднень у стічних водах.
3. Анаеробні біофільтри стійкі до залпових викидів стічної води, а також зберігають свою працездатність при тривалій відсутності надходження свіжого субстрату, що характерно для циклічного виробництва.

					ПД.02.01.ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Полонська Ю.В.			Висновки	Літ.	Арк.	Аркушів
Кер.пр.		Блінова Н.К.						
Консульт.								
Н. контр.								
Зав.каф.		Суворін О.В.						
						СНУ ім.В.Даля гр. ПЕО-17д		

4. Анаеробна очистка стічних вод є більш екологічною, так як використовуються закриті ємності, що дає змогу знизити викиди шкідливих речовин в атмосферу.
5. Недоліком анаеробної очистки стічних вод є низька продуктивність за вилученим ХСК порівняно з аеробною очисткою.
6. Анаеробні методи очистки стічних вод не дозволяють видалити сполуки азоту та фосфору.
7. Гранульований анаеробний мул володіє гарними вологовіддавальними властивостями та дає малий приріст біомаси. Це суттєво спрощує його подальшу обробку та зневоднення.
8. Мікроорганізми метанового біоценозу можуть тривалий час обходитися без харчування, а при його відновленні можуть активізуватися.

Відвернений еколого-економічний збиток від впровадження нового рішення складе 12328,41 грн/рік.

					ПД.02.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

АНОТАЦІЯ

У дипломному проекті представлена характеристика стану біоценозу активного мулу аеробного та анаеробного процесів біологічної очистки стічних вод. Також були описані методи біологічної очистки стічних вод.

АННОТАЦИЯ

В дипломном проекте представлена характеристика состояния биоценоза активного ила аэробного и анаэробного процессов биологической очистки сточных вод. Также были описаны методы биологической очистки сточных вод.

ANNOTATION

The project presented characteristic of the state of the biocenosis of activated sludge of aerobic and anaerobic processes of biological wastewater treatment. Methods for biological wastewater treatment have also been described.

					ПД.02.01.ПЗ			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Анотація</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Полонська Ю.В.</i>						
<i>Кер.пр.</i>		<i>Блінова Н.К.</i>						
<i>Консульт.</i>								
<i>Н. контр.</i>								
<i>Зав.каф.</i>		<i>Суворін О.В.</i>				<i>СНУ ім.В.Даля, гр. ПЕО-17д</i>		

ЛІТЕРАТУРА

1. Айрапетян Т. С. Технологія очистки промислових стічних вод: конспект лекцій / Айрапетян Т. С. – Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. – 73 с.
2. Ковальчук В.А. Очистка стічних вод / Ковальчук В. А. - Рівне: ВАТ «Рівненська друкарня», 2002. – 622 с.
3. Роговская Ц.И. Биохимический метод очистки производственных сточных вод / Роговская Ц. И. – Москва: Стройиздат, 1967. – 140 с.
4. Кутикова Л. А. Фауна аэротенков // Атлас / Кутикова Л. А. – Ленинград: Наука, 1984. – 264 с.
5. Маркевич Р. М., Гребенчикова И. А., Рымовская М. В. Биотехнологическая переработка промышленных отходов. Лабораторный практикум /Маркевич Р. М., Гребенчикова И. А., Рымовская М. В. – Минск: БГТУ, 2019. – 153 с.
6. Ручай Н. С., Маркевич Р. М. Экологическая биотехнология : учеб. пособие для студентов специальности «Биоэкология» / Ручай Н. С., Маркевич Р. М. – Минск: БГТУ, 2006. – 312 с.
7. Кевбрина М. В., Акментина А. В., Дорофеев А. Г., Агарев А.М., Асеева В.Г., Козлов М.Н., Николаев Ю.А. Перспективная технология очистки коммунальных сточных вод гранулированными илами / Кевбрина М. В., Акментина А. В., Дорофеев А. Г., Агарев А.М., Асеева В.Г., Козлов М.Н., Николаев Ю.А. – 2020.
8. Зінченко В.О., Кусайло В.П. Методи отримання біогазу / Зінченко В.О., Кусайло В.П. – Житомир: Національний агроекологічний університет, 2005.– 100с.
9. Мікробіологія: методичні вказівки для практичних занять. – Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова

					ПД.02.01.ПЗ					
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Література</i>					
<i>Розроб.</i>		<i>Полонська Ю.В.</i>						<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Кер.пр.</i>		<i>Блінова Н.К.</i>								
<i>Консульт.</i>								<i>СНУ ім.В.Даля, гр. ПЕО-17д</i>		
<i>Н. контр.</i>										
<i>Зав.каф.</i>		<i>Суворін О.В.</i>								

10. Хенце М. Очистка сточных вод / Хенце М., Армоэс П., Ля-Кур-Ясен Й., Арван Э. – М.: Мир, 2009. – 480 с.
11. Баадер В. Биогаз-Теория и практика / Баадер В., Доне Е., Брендерфер М. - Экологическая биотехнология / Под ред. К.Ф. Фостера. – Л.:Химия, 1990. – 383 с.
12. Ружинська Л.І. Аналітичний огляд методів очищення стічних вод в анаеробних фільтрах: навчальнотехнічний збірник / Ружинська Л.І., Баранова І.Г. – Київ: Національний технічний університет України «КПІ», 2009. – 100 с.
13. Сартакова О.Ю. Промышленная микробиология / Сартакова О.Ю. - Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2010. – 270 с.
14. Рассашко И.Ф., Ковалева О.В., Крук А.В. Общая экология / Рассашко И.Ф., Ковалева О.В., Крук А.В. – Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2010. – 252 с.
15. Методичні вказівки до виконання і оформлення дипломних проектів (робіт) (для здобувачів вищої освіти спеціальності 101 Екологія освітнього ступеня бакалавр) / Укладачі Мохонько В. І., Блінова Н. К., Ожередова М. А. – Сєверодонецьк: Вид-во СНУ ім. В. Даля, 2020. – 67 с.

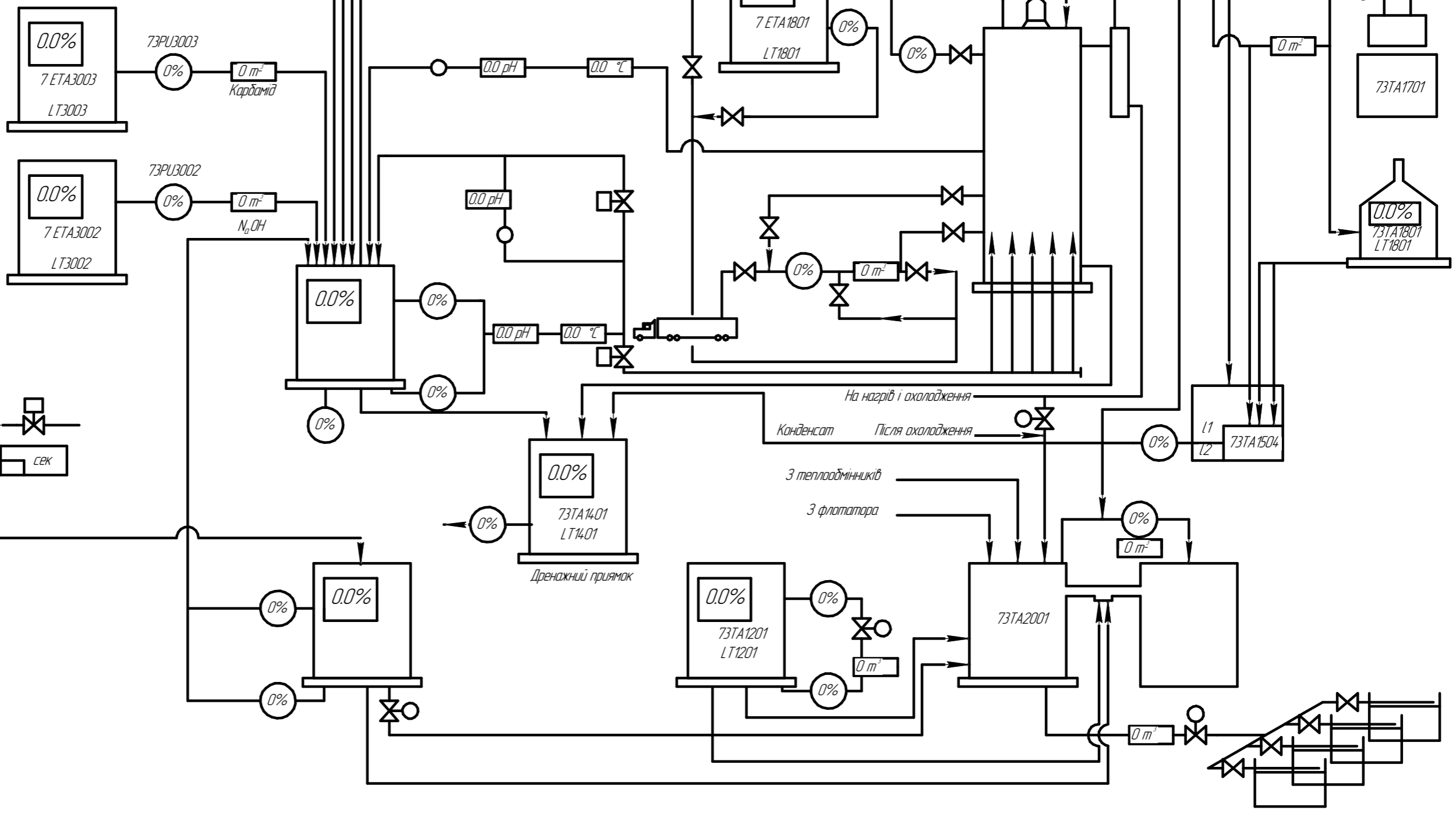
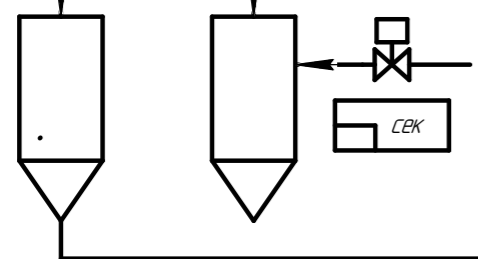
					ПД.02.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПД.02.02.ТС

Свіжа вода
 P04H3
 Тепла та охолоджена
 Азот

Перв. примен.
 Справ. №
 Подп. и дата
 Инв. № дорл.
 Взам. инв. №
 Подп. и дата
 Инв. № подл.

К-14 ліва
 К-13 права



Изм.	Лист	№ докum.	Подп.	Дата
Разрад.	Полонська Ю.В.			
Пров.	Блінова Н.К.			
Т.контр.				
Н.контр.				
Утв.	Сцворін О.В.			

ПД.02.02.ТС

Технологічна схема
 очистки стічних вод

Лист	Масса	Масштаб
		1:1
Лист	Листов	1

СНУ ім. В. Даля,
 гр. ПЕО-17В

Копировал

Формат А3

ПД.02.03.В3

Перв. примен.

Справ. №

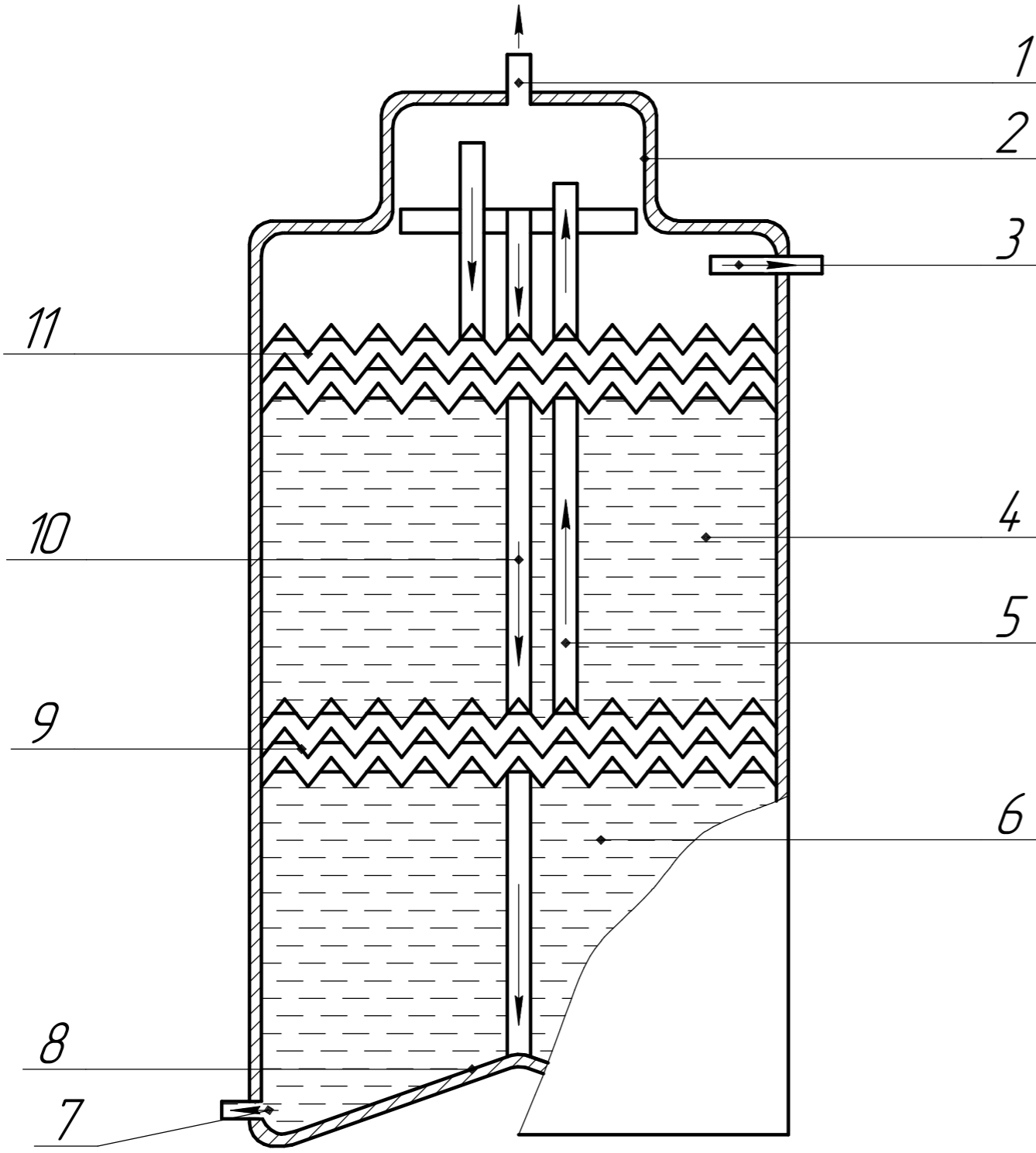
Подп. и дата

Инд. № дюрл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инд. № подл.

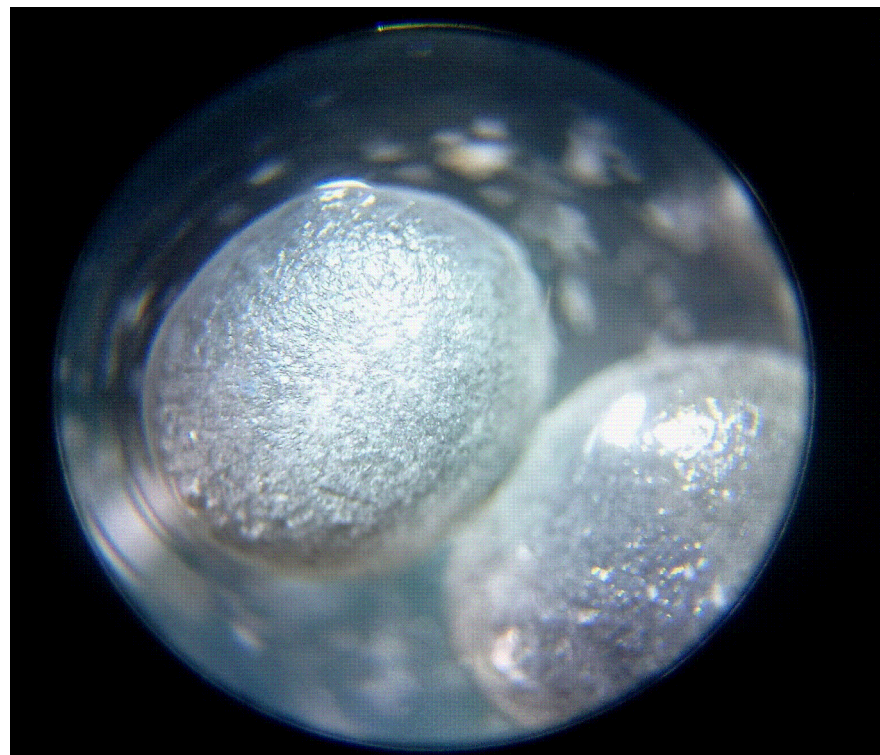


Поз. Позн	Найменування	Примітка
1	Вихід біогазу	
2	Двохфазний сепаратор	
3	Очищені стічні води	
4	Зона доочистки	
5	Висхідний потік	
6	Зона розширеного шару	
7	Стічні води - на очистку	
8	Система розподілення	
9	Нижній трьохфазний сепаратор	
10	Спадний потік	
11	Верхній трьохфазний сепаратор	

ПД.02.03.В3					Лит.	Масса	Масштаб
Изм.	Лист	№ док.м.	Подп.	Дата	Анаеробний ІС-реактор		1:1
Разрад.	Полонська Ю.В.						
Пров.	Блінова Н.К.					Лист	Листов 1
Т.контр.							
Н.контр.					СНУ ім. В. Даля		
Утв.	Сцворін О.В.				гр. ПЕО-17В		
					Формат А3		

Копировал

АЕРОБНИЙ ТА АНАЕРОБНИЙ АКТИВНИЙ МУЛ



					ПД. 02. 04. ВЗ		
Ж.	Док.	И. Док.	Підпис	Дата	Літ.	Вага	Масштаб
Розроб.	Валітська Н. В.						
Перевір.	Блінова Н. К.						
Т. контр.							
Н. контр.							
Зам.	Сиворін О. В.						
					Аеробний та анаеробний активний мул		
					Архив		
					СНУ ім. В. Даля гр. ПЕО-170		