

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Інженерно-хімічний факультет

Кафедра екології та технології рослинних полімерів

До захисту допущено:

Завідувач кафедри

_____ Микола ГОМЕЛЯ

«__» червня 2024 р.

Дипломний проєкт

на здобуття ступеня бакалавра

за освітньо-професійною програмою «Екологічна безпека»

спеціальності 101 «Екологія»

**на тему: «Вдосконалення технологічної схеми очищення стічних вод
ПРАТ "Карлсберг Україна"»**

Виконав (-ла):

студентка IV курсу, групи ЛЕ-01

Федченко Єлизавета Петрівна

Керівник:

Доцент, к.т.н., доцент

Трус Інна Миколаївна

Консультант з розділу Охорона праці:

Ст.викл., к.т.н.

Ковтун Андрій Іванович

Рецензент:

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

Студентка _____

Київ – 2024 року

Пояснювальна записка

до дипломного проєкту

на тему: «Вдосконалення технологічної схеми очищення стічних вод
ПРАТ "Карлсберг Україна"»

Київ – 2024 року

ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ

№ з/п	Формат	Позначення	Найменування	Кількість листів	Примітка
1	A4		Завдання на дипломний проєкт	2	
2	A4	ДП ЛЕ0121.00.021 ПЗ	Пояснювальна записка	77	
3	A1	ДП ЛЕ0121. 01.021 ТК	Генеральний план пивоварного заводу	1	
4	A1	ДП ЛЕ0121. 02.021 ТК	Характеристики води та вимоги до очищеної	1	
5	A1	ДП ЛЕ0121. 03.021 ТК	Технологічна схема	1	
6	A1	ДП ЛЕ0121. 04.021 ТК	Блок-схема матеріального балансу	1	
7	A1	ДП ЛЕ0121. 05.021 ТК	План розміщення споруд на місцевості	1	
8	A1	ДП ЛЕ0121. 06.021 ТК	Профіль руху води	1	
9	A1	ДП ЛЕ0121. 07.021 ТК	Таблиця матеріального балансу	1	

				ДП ЛЕ0121		
	ПІБ	Підп.	Дата			
Розробн.	Федченко Є.П.			Відомість дипломного проєкту	Лист	Листів
Керівн.	Трус І.М.				1	77
Консульт.	Ковтун А.І.				КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. ЕтаТРП Гр. ЛЕ-01	
Н/контр.						
Зав.каф.	Гомеля М.Д.					

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

Інженерно – хімічний факультет

Кафедра екології та технології рослинних полімерів

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність – 101 «Екологія»

Освітньо-професійна програма «Екологічна безпека»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Гомеля М.Д.

«___» _____ 2024 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проєкт студентці

Федченко Єлизаветі Петрівні

1. Тема проєкту: «Вдосконалення технологічної схеми очищення стічних вод ПрАТ "Карлсберг Україна"», керівник проєкту Трус І.М., к.т.н., доц., затверджені наказом по університету від «17» травня 2024 р. №1993-с.
2. Термін подання студентом проєкту: «14» червня 2024 року.
3. Вихідні дані до проєкту: продуктивність станції 3300 м³/добу, концентрації речовин у стічній воді: завислі речовини – 2600 мг/дм³, біологічне споживання кисню – 1700 мг/дм³, хімічне споживання кисню – 3000 г/день, мінералізація – 1340 мг/дм³, сульфати – 43 мг/дм³, хлориди – 283,8 мг/дм³, азот амонійний – 26,5 мг/дм³, магній – 8,7 мг/дм³, нітрати – 98,6 мг/дм³, загальний азот – 16,6 мг/дм³, фосфати – 11,8 мг/дм³, залізо загальне – до 2 мг/дм³, рівень рН – 5,5-12; температура – 23,2° С.
4. Зміст пояснювальної записки: вступ, перелік умовних скорочень, загальний опис підприємства та процесів, що там реалізуються, огляд методів та технологій очищення промислових стічних вод, вихідні дані для проєктування станції водоочистки, розрахунок матеріального балансу, технологічний та

гідравлічний розрахунок споруд, будівельна частина, охорона праці, висновки, список використаних джерел.

5. Перелік графічного матеріалу: генеральний план Філії ПрАТ «Карлсберг Україна в м. Києві», таблиця вихідних даних якості стічних вод та вимоги якості перед скидом до каналізації, технологічна схема, блок-схема матеріального балансу, таблиця матеріального балансу, план розміщення споруд на місцевості, профіль руху води, висновки дипломного проєкту.

6. Консультанти розділів проєкту:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Ковтун А.І., ст.викл., к.т.н		

7. Дата видачі завдання: «20» травня 2024 року.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проєкту	Термін виконання етапів проєкту	Примітка
1	Літературний огляд інформації про підприємство	20.05 – 21.05	Виконано
2	Аналіз існуючої технологічної схеми очистки стічних вод заводу	21.05 – 22.05	Виконано
3	Аналіз характеристики стічних вод та процесів, при яких утворюються забруднення	23.05-24.05	Виконано
4	Вибір очисних споруд для підвищення ефективності роботи станції	25.05-26.05	Виконано
5	Розрахунок матеріального балансу для обраної схеми очистки	27.05-29.05	Виконано
6	Проведення технологічного та гідравлічного розрахунку обраних очисних споруд	30.05-31.05	Виконано
7	Визначення вимог до охорони праці для розробленого проєкту	До 01.06.2024	Виконано
8	Оформлення пояснювальної записки	До 05.06.2024	Виконано
9	Оформлення графічної частини проєкту	До 07.06.2024	Виконано

Студентка
Керівник проєкту

Федченко Є.П.
Трус І.М.

АНОТАЦІЯ

Дипломний проєкт містить 77 ст., 5 таблиць, 6 рисунків., 4 додатки, 7 ілюстрованих та графічних матеріалів на форматі А1, 33 джерела.

Метою даного проєкту є модернізація існуючої технологічної схеми очистки стічних вод пивоварного підприємства, а саме ПрАТ «Карлсберг Україна».

Даний проєкт включає пояснювальну записку та технологічні креслення. У пояснювальній записці представлені технологічні та гідравлічні розрахунки станції, аналіз умов охорони праці, будівельна частина висновки, список використаної літератури та додатки.

Графічна частина дипломного проєкту представлена технологічною схемою, блок-схемою матеріального балансу, генеральним планом заводу та планом розміщення очисних споруд на території.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ПРОМИСЛОВІ СТОКИБ ХАРЧОВА ПРОМИСЛОВІСТЬ, ПИВОВАРІННЯ, ОЧИСНІ СПОРУДИ, БІОЛОГІЧНА ОЧИСТКА, МЕХАНІЧНА ОЧИСТКА, ВІДСТОЮВАННЯ.

ABSTRAKTI

Diplomityö: 77 artikkelia, 10 taulukkoa, 7 kuvaa, 4 liitettä, 7 kuvitettua ja graafista materiaalia muodossa, 10 lähdettä.

Tämän projektin tarkoituksena on modernisoida panimon, nimittäin Carlsberg Ukraine PJSC:n, olemassa oleva jätevedenkäsittelyn teknologinen järjestelmä.

Tämä projekti sisältää selittävän huomautuksen ja teknisiä piirustuksia. Selityksessä esitetään aseman teknologiset ja hydrauliset laskelmat, työsuojeluolosuhteiden analyysi, johtopäätösten rakentamisos, luettelo käytetystä kirjallisuudesta ja liitteet.

Diplomityön graafista osaa edustaa teknologinen kaavio, materiaalitaseen lohkokaavio, laitoksen yleissuunnitelma ja suunnitelma käsittelylaitosten sijoittamisesta alueelle.

AVAINSANAT: TEOLLISUUSJÄTEVESTIT, ELINTARVIKETEOLLISUUS, PUOTO, JÄTEVESILAITOKSET, BIOLOGINEN KÄSITTELY, MEKAANINEN KÄSITTELY, HÄVITTÄMINEN.

ЗМІСТ

ВСТУП	11
1. ОПИС ПІДПРИЄМТСТВА	12
1.1 Історія пивоварного заводу «КАРЛСБЕРГ УКРАЇНА»	12
1.2 ОПИС ВИРОБНИЧОГО ПРОЦЕСУ	13
2. ОГЛЯД МЕТОДІВ ТА ТЕХНОЛОГІЙ ОЧИЩЕННЯ ПРОМИСЛОВИХ СТІЧНИХ ВОД	16
3. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	20
3.1. Утворення стічних вод, їх характеристика та вимоги до очищення.....	20
3.2. ВИБІР ТА ОБГРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ.....	25
3.3. РОЗРАХУНОК МАТЕРІАЛЬНОГО БАЛАНСУ	28
3.4. ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ ПРО ПРОЦЕСИ, ЩО РЕАЛІЗУЮТЬСЯ В ТЕХНОЛОГІЧНІЙ СХЕМІ.....	38
3.4.1 Механічна очистка.....	38
3.4.2 Біологічна очистка.....	41
4. ТЕХНОЛОГІЧНІ ТА ГІДРАВЛІЧНІ РОЗРАХУНКИ ОЧИСНИХ СПОРУД	44
4.1 ВИБІР ТА РОЗРАХУНОК БАРАБАННИХ СИТ.....	44
4.2 РОЗРАХУНОК ПРИЙМАЛЬНОЇ КАМЕРИ	45
4.3 РОЗРАХУНОК ПЕРВИННИХ ВІДСТІЙНИКІВ	46
4.4 РОЗРАХУНОК ЗМІШУВАЧА-УСЕРЕДНЮВАЧА	48
4.5 РОЗРАХУНОК КАМЕРИ-РОЗПОДІЛЮВАЧА	48
4.6 ПРОЄКТУВАННЯ МЕТАНТЕНКУ	49
4.7 РОЗРАХУНОК ВТОРИННИХ ВІДСТІЙНИКІВ.....	49
4.8 РОЗРАХУНОК АЕРОТЕНКУ-ВИТИСНЮВАЧА	50
4.9 РОЗРАХУНОК ТРЕТИННИХ ВІДСТІЙНИКІВ	53

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
						8
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.10	РОЗРАХУНОК ПРИЙМАЛЬНОЇ КАМЕРИ ОЧИЩЕНОЇ ВОДИ.....	55
4.11	РОЗРАХУНОК ВИТРАТНОГО БАКУ	55
4.12	РОЗРАХУНОК МУЛОНАКОПИЧУВАЧА	56
4.13	ВИБІР МУЛОУЩІЛЬНЮВАЧА.....	57
4.14	ВИБІР ДЕКАНТЕРА	57
4.15	ВИБІР НАСОСІВ	58
5.	БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА	59
5.1.	Об’ємно-планувальне рішення будівлі на очисній станції.....	59
5.2.	Розміщення очисних споруд.....	59
6.	ОХОРОНА ПРАЦІ	61
6.1	ЕЛЕКТРОБЕЗПЕКА	62
6.2	ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА.....	64
6.3	МІКРОКЛІМАТ РОБОЧОЇ ЗОНИ.....	65
6.4	ОСВІТЛЕННЯ	66
	ВИСНОВКИ.....	67
	СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	68
	ДОДАТКИ.....	73

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

БСК – біологічне споживання кисню;

ГДК – гранично-допустима концентрація;

ХСК – хімічне споживання кисню;

ПРАТ – приватне акціонерне товариство;

ПАА - поліакриламід.

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
						10
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Вода є чи не найважливішим ресурсом для життя, який людство використовує безупинно та нераціонально для різних потреб.

На сьогодні одним із есенційних питань є проблема якісної очистки стічних вод, адже вони утворюються у величезних об'ємах.

Багато різних світових організацій в колаборації із державними структурами щорічно інвестують в розробки ефективних та економічно доцільних технологій водопідготовки та водоочистки. Людство намагається слідувати концепціям та стратегіям сталого розвитку, які передбачають розумне використання всіх ресурсів та впровадження екологічно чистих підприємств. Однак враховуючи різний технологічний розвиток країн світу процес переходу до утопії сталого розвитку не може бути однотайним. Україна як держава, що прагне визнання на політичній арені світу, починає впроваджувати сучасні технології, які мінімізують негативний вплив на навколишнє середовище. Особливо це стосується філій іноземних підприємств, які працюють в Україні. Саме таким є київський пивоварний завод ПрАТ «Карлсберг Україна».

В результаті нездорової потреби людства вживати алкогольну продукцію виникає гострий попит на її виробництво. Пивні заводи виготовляють величезні об'єми продукції, внаслідок чого використовується значна кількість води та утворюється велика кількість відходів. Пивоварні заводи відносяться до категорії харчової промисловості, тому в складі стічних вод міститься багато органічних решток. Для досягнення необхідних показників перед скидом в каналізацію на ПрАТ «Карлсберг Україна» споруджено сучасну автоматизовану станцію очистки стічних вод. Метою даного проєкту є її модернізація задля підвищення ефективності очистки перед скидом, оскільки внаслідок певних змін в технології приготування продукції змінилися характеристики стічних вод.

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
						11
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. ОПИС ПІДПРИЄМТВА

1.1 Історія пивоварного заводу «Карлсберг Україна»

Carlsberg Ukraine є частиною Carlsberg Group – данської пивоварної компанії, заснованої у 1847 році в Копенгагені, Данія. До Carlsberg Ukraine входять три українських пивоварних заводи – у Запоріжжі, Києві та Львові. Сумарна кількість працівників на трьох заводах сягає понад 1500 чоловік, сумлінна праця яких забезпечує якісною продукцією українців. Серед торговельних марок алкогольних та безалкогольних продуктів найвідоміші: «Львівське», Carlsberg, Tuborg, Kronenbourg 1664, «Арсенал», «Славутич», «Хмільне», «Квас Тарас», Somersby, Guinness, Kilkenny, Harp, Warsteiner, Grimbergen, König Ludwig, енергетичний напій «Battery», а також Pepsi.

Історія ПрАТ «Карлсберг Україна» [1] бере початок у 1974 році на основі Запорізького пивоварного заводу, який було створено на базі чеських проєктів. Після здобуття Україною незалежності Запорізький ПЗ було реорганізовано у відкрите акціонерне товариство, у 1996 група ВВН, власниками якої були фінська компанія Hartwall та промислова група Orkla, об'єдналася з ВАТ ПБК «Славутич». У 1999 році до Групи ВВН доєдналася Львівська пивоварня, яка вважається найстарішою броварнею на території сучасної України, адже бере свій початок у 1715 році. З початку співпраці у Львівську пивоварню було інвестовано більше 35 млн. доларів США. Завдяки значним внескам підприємство було модернізовано, на ньому було встановлено новітнє обладнання. Провідні фахівці пройшли навчання у Скандинавській школі пивоваріння в Данії, Школі брендингу в Орклі (Норвегія) і в престижних навчальних закладах України. У 2000 році було підписано угоду з компанією PepsiCo Inc, яка надала ВВН Україна ексклюзивне право на виробництво і реалізацію в Україні безалкогольних напоїв «Pepsi», «Mirinda» і «7UP». Сертифікати міжнародних стандартів ISO 9001-2000 (управління якістю продукції) та ISO 14001-1996 (екологічна безпека підприємства та охорона

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
						12
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

навколишнього середовища) було отримано українськими заводами у 2003 році.

Рішення про будівництво в Києві нового пивзаводу «Славутич» (зараз - Київський пивоварний завод Carlsberg Ukraine) було прийнято у 2000 році, а вже на початку 2002 року почалися активні дії по реалізації цього проекту. Київський пивоварний завод офіційно відкрився 7 червня 2004 року. Даний завод є найсучаснішим з усіх діючих в Україні, на ньому встановлено новітнє обладнання пивної промисловості виробництва Бельгії, Німеччини та Швейцарії, а сам технологічний процес побудовано з урахуванням останніх технологій енергозбереження, охорони здоров'я та навколишнього середовища. Потужність виробництва Київського пивоварного заводу складає 473 млн літрів пива на рік.

У 2007 році розпочався процес перезапуску «Славутич», а у 2012 компанія завершила процес юридичного перейменування в Публічне акціонерне товариство «Карлсберг Україна». Київський пивоварний завод на сьогодні носить назву Філія ПрАТ «Карлсберг Україна в м. Києві».

1.2 Опис виробничого процесу

Підприємство спеціалізується на виробництві пива, а також виготовленні безалкогольної та алкогольної продукції. У технології виробництва використовується вода, отримана з міського водопроводу. Завод має водоочисну станцію продуктивністю 200 м³ води на годину.

Технологічну схему варіння пива наведено на рис. 1.1. На першому етапі солод готується шляхом: пророщування зерен ячменю, їх сушіння та екстракції цукру, ферментів та інших важливих компонентів для пивоваріння. Одержаний солод деякий час зберігається в силосах, після чого подається на подрібнення.

Подрібнений солод змочують теплою водою в заторних чанах, де під впливом ферментів відбувається перетворення крохмалю на прості цукри. Потім сусло відокремлюють від дробини – нерозчинних решток солоду – на заторному фільтрі, таким чином утворюється перше сусло.

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
						13
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

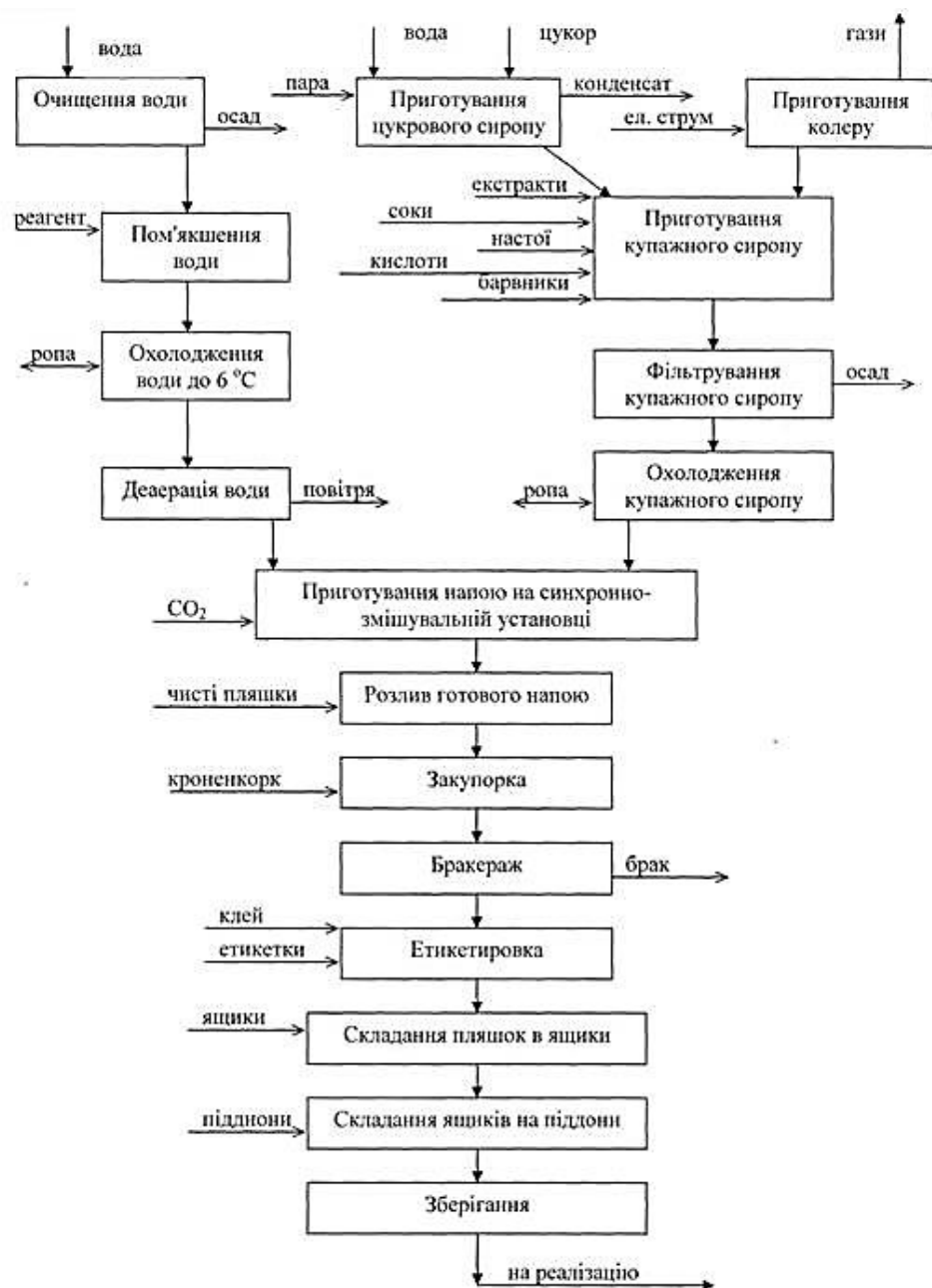


Рисунок 1.1 – Технологічна схема варіння пива

Сусло варять у сусловарильному котлі, де додають хміль, який наділяє пиво гіркотою, ароматом і антисептичними властивостями. Потім сусло очищують від білкових флокулятів, які утворюються під час варіння, охолоджують до температури бродіння, після чого насичують повітрям для кращого росту дріжджів.

Сусло перекачують у бродильні ємності, куди додають дріжджі, які перетворюють цукри на спирт і вуглекислий газ. Після бродіння пиво дозріває, відбувається його стабілізація і формуються органолептичні властивостей.

Від пива відділяють дріжджі, білки та інші частинки, які можуть погіршити якість і зовнішній вигляд напою. Також пиво, за потреби, додатково насичують вуглекислим газом. В результаті – готове пиво, яке зберігається у форфасі до початку розливу.

Пиво пастеризують для знищення мікроорганізмів, які можуть його зіпсувати. Пастеризація може бути тунельною або флеш-пастеризацією. Потім пиво розливають у пляшки, банки, кеги або інші види тари.

На заводі функціонує варильне відділення, у якому технологічний процес приготування пивного сусла виконується за класичною технологією з використанням заторного та варильного котлів, фільтраційного чану та сусло-варильних котлів. Готове пиво надходить цеху розливу пива, де задіяні лінії розливу: в скляні пляшки, в ПЕТ пляшки та жерстяні банки. Самі ж ПЕТ-пляшки видуваються із преформ в цеху, в якому також відбувається підготовка скляних пляшок та жерстяних банок і здійснюється поклейка етикету. Наступним кроком є надходження продукції на склад тимчасового зберігання, де здійснюється пакування обвивачем. Надалі продукція прямує до споживача.

Для постійного контролю якості готової продукції діє атестована виробнича лабораторія, яка оснащена сучасним обладнанням для швидкого проведення аналізів. Фахівцями здійснюється контроль кожної партії – здійснюється аналіз органолептичних показників продукції, а також смакові якості, які мають відповідати встановленим стандартам.

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
						15
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. ОГЛЯД МЕТОДІВ ТА ТЕХНОЛОГІЙ ОЧИЩЕННЯ ПРОМИСЛОВИХ СТІЧНИХ ВОД

Результатом діяльності підприємства є утворення стічних вод, забруднених різними хімічними сполуками та біологічними компонентами. Перед скидом або повторним використанням ці стічні води проходять кілька етапів очищення, щоб досягти якості, що відповідає законодавству. Ця багатоетапна процедура передбачає використання фізичних, хімічних і біологічних методів, кожен з яких націлений на певний тип забруднення.

1. Фізичні методи очистки:

- Відстоювання [3]: Цей метод заснований на відстоюванні зважених речовин під дією гравітації.
- Фільтрація [3]: Тут стічні води пропускають через спеціалізовані середовища або мембрани, ефективно відокремлюючи зважені частинки від рідкої фази.
- Флотація [4]: Цей метод включає барботування повітрям для селективного відокремлення легших речовин, таких як олія та мастила, від більш щільної водної фази.

2. Процеси хімічної обробки [5]:

- Нейтралізація: Хімічне коригування рН стічних вод за допомогою кислот або лугів для досягнення нейтральної реакції середовища, що зменшує потенційну шкоду навколишньому середовищу.
- Осадження: Цілеспрямоване додавання хімічних речовин індукує перетворення розчинених металів та інших забруднювачів у тверді осад, що полегшує їх подальше видалення.
- Коагуляція та флокуляція [5]: У цих процесах використовуються коагулянти для дестабілізації та агрегації дрібних зважених частинок, а потім флокулянти для сприяння утворенню більших, легше осаджуваних або фільтрованих флокул.

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
						16
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. Біологічні методи [6]:

- Аеробні споруди: біофільтри – резервуари з фільтруючим матеріалом покритим біоплівкою, та аеротенки – резервуари з активним аеробним мулом, завдяки яким поглинаються органічні речовини із забрудненої води.
- Анаеробні споруди: метантенк [7] – споруда для анаеробного бродіння органіки, в результаті якого мікроорганізмами виділяється біогаз із високим відсотком вмісту метану.

До передових технологій очистки можна віднести:

- **Мембранні методи [8]:** мембранна технологія передбачає використання мембран (бар'єрів), які відокремлюють дві фази одна від одної, обмежуючи рух компонентів крізь неї селективним способом, а саме – за розміром сполуки, адже для виготовлення мембран використовуються матеріали з різним діаметром пор, що дозволяє затримувати навіть вільні йони. Особливо перевага використання даних методів стосується підприємств, стічні води яких містять біологічно небезпечні елементи (віруси, бактерії тощо).
- **Розширені процеси окислення (РПО) [9]:** Високоактивні окислювачі, а саме озон та ультрафіолетове опромінення застосовуються для розкладання стійких органічних забруднювачів до менш шкідливих сполук, оскільки не несуть за собою вторинного забруднення вод.

Конкретно для очищення стічних вод харчової промисловості варто переважно схилитися до методів біологічної очистки, оскільки стічні води можуть містити багато органіки, однак при цьому необхідно враховувати, що деякі сфери промисловості можуть містити біологічно небезпечні речовини (наприклад, скотобійні або фармацевтичні підприємства, де використовуються елементи крові).

Якщо досліджувати такі випадки, можна розглядати метод **нанофільтрації**. Нанофільтрація (НФ) є одним з нещодавно розроблених

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
						17
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

методом мембранного розділення рідкої фази під тиском, який замінив мембрани зворотного осмосу у більшості застосувань завдяки вищій швидкості потоку та меншому споживанню енергії. НФ мембрана є відносно нещодавно впровадженою технологією в сфері очищення стічних вод, яка за характеристиками знаходиться між ультрафільтрацією та зворотним осмосом. Розмір пор такої мембрани складає менше 1 нм. Поверхневі електростатичні властивості дозволяють з досить добре пропускати одновалентні іони та затримувати двовалентні йони.

Ще однією характеристикою технології НФ, яка збільшує її застосування в ряді галузей промисловості є її здатність відновлювати метали зі стічних вод, а також ефективність у видаленні вірусів.

Переваги технології нанофільтрації:

- Низький робочий тиск у порівнянні зі зворотним осмосом;
- Низьке енергоспоживання.

Обмеження до застосування нанофільтрації:

- Схильність до утворення відкладень і низька продуктивність при високих температурах є основним недоліком технології НФ, особливо в країнах з високими температурами.
- При використанні НФ утворюється велика кількість концентрованих стоків, які часто потрапляють в навколишнє середовище, оскільки не підлягають утилізації і просто захоронюються.

Останнім часом метод мембранного біореактора (МБР) [10] набуває все більшої популярності порівняно з іншими технологіями очищення води. Процес очищення MBR дуже схожий на традиційну технологію очищення активного мулу, при цьому біодеградація та відділення осаду відбуваються одночасно. Відмінність полягає в мембранному модулі та ступені аерації.

Мембранне розділення здійснюється за допомогою зануреної в біореактор двомембранної мембрани з вакуумним приводом, яка функціонує в тупиковому режимі в занурених МБР, або фільтрації під тиском в МБР з бічним потоком.

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
						18
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Але перший тип, який є найбільш поширеним у більшості систем очищення стічних вод, використовує занурені мембрани, де стічні води прокачуються через мембранний модуль, а потім повертаються в біореактор. Щоб запобігти потраплянню твердих часток в потік стічних вод, що надходять в мембранний бак, основним етапом попереднього очищення є фільтрація. Це запобігає накопиченню твердих частинок і захищає мембрану від шкідливого сміття та часток, подовжуючи термін служби мембрани, знижуючи експлуатаційні витрати та забезпечуючи вищу якість осадження та безперебійну роботу. Більшість МБР проходять хімічну очистку один раз на тиждень, цей процес займає від півгодини до години, а відновлювальне очищення відбувається один або два рази на рік.

Основною перешкодою в системах мембранної фільтрації є утворення «безповоротних забруднень». Це відкладення, які не піддаються видаленню звичайними методами очищення. З часом ці відкладення накопичуються, впливаючи на термін служби мембрани. Кваліфіковані працівники можуть виконувати процедури технічного обслуговування, щоб пом'якшити цю проблему.

Істотною перевагою мембранної технології є її компактність. Усуваючи потребу у вторинних і третинних процесах фільтрації, ці системи забезпечують більшу ефективність і потребують менше фізичного простору. Крім того, мембранні біореактори також мають перевагу в меншому утворенні мулу.

Незважаючи на ці переваги, мембранне очищення також має багато недоліків. Високе енергоспоживання, складні мембранні структури (які також схильні до забруднення) і значні початкові та експлуатаційні витрати, пов'язані з самими мембранами, є основними обмеженнями, які дослідники води та стічних вод активно вирішують.

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
						19
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

3.1. Утворення стічних вод, їх характеристика та вимоги до очищення

Стічні води, що утворюються на підприємстві, розділяють на три категорії: промислові, побутові та дощові.

Промислові стічні води включають: воду, що використовується безпосередньо в технологічному процесі; енергетичну воду; води із допоміжних цехів і цехів обслуговування, які забруднені органічними та неорганічними поллютантами, що потребують попередньої очистки перед скидом до каналізації.

Потоки побутових (фекальних) стічних вод, чистих відпрацьованих вод та дощової води об'єднуються та напряму скидаються в каналізацію, оскільки відповідають вимогам прийому стічних вод до міської каналізації. Перед об'єднанням вказаних потоків в окремих колодязях контролю береться на аналіз проба: контроль вмісту речовин у стічних водах даних типів проводиться лабораторією стічних вод.

До складу стічних вод безпосередньо пивоварного виробництва можуть входити:

- рослинні тверді залишки (пивна дробина, полова);
- солодовий крохмаль, зерна злаків;
- розчинені залишки рослинного походження з вуглеводами, крохмалем, білком;
- дріжджі;
- неорганічні кислоти: HCl , H_3PO_4 , HNO_3 в невеликих концентраціях;
- органічні кислоти: молочна кислота;
- розчини реагентів для миття (з лужним рН);
- алкоголь в незначних концентраціях.

Отже, на саму станцію водоочистки потрапляють об'єднані потоки:

- слабкозабруднених промислових стічних вод, які містять один або кілька видів забруднення;

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
						20
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- промислових стічних вод, які містять токсичні сполуки;
- кислих (іноді лужних) стічних вод;
- виробничих стічних вод з неприємним запахом, які містять рештки рослинного походження та дріжджі.

Переважно промислові стічні води, які містять токсичні сполуки – це розчини для промивки системи, які запобігають заростанню труб або використовуються в якості біоцидів. Кислі та лужні стічні води утворюються під час миття скляних пляшок та кегів перед наповненням їх продукцією. Виробничі стічні води з неприємним запахом можуть бути обумовлені розкладанням органіки (хмелю, злаків) або промивкою ємкостей бродіння водою.

Показники стічних вод пивного заводу для станції водоочистки продуктивністю 3300 м³/добу наведені у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Вихідні характеристики стічних вод та межі прийняття на очисні споруди

№	Параметр	Показники стічних вод на виході	Мінімальне значення стічних вод на вході	Максимальне значення стічних вод на вході	Показники стічних вод на вході
1	2	3	4	5	6
1	Завислі та спливаючі речовини, мг/дм ³	300	950	3700	2600
2	Біологічне споживання кисню, мг/дм ³	200	500	2800	1700
3	Хімічне споживання кисню, г/день	500	1300	6500	3000
4	Мінералізація, мг/дм ³	1000	3500	5000	1340

Продовження таблиці 3.1

1	2	3	4	5	6
5	Сульфати	380	60	100	43
6	Хлориди, мг/дм ³	240	270	800	283,8
7	Азот амонійний, мг/дм ³	20	20	100	26,5
8	Нітрити	3,3	0,8	3,3	0
9	Магній, мг/дм ³	-	-	-	8,7
10	Кальцій, мг/дм ³	-	-	-	98,6
11	Нітрати	45	4	45	0
12	Загальний азот	73	200	200	16,6
13	Фосфати	8	20	50	11,8
14	Залізо загальне	2	0,8	2	до 2
15	pH	6,5-9	5,5-12	5,5-12	5,5-9
16	Температура	Не більше 40	24	Не більше 40	23,2

На станції водоочистки розміщена лабораторія контролю якості стічних вод, яка проводить аналіз стічних вод на різних стадіях очистки, а також аналіз вод з контрольного колодязя побутових та дощових вод. Аналізи проб проводяться з усереднювача, метанового реактора та резервуару чистої води. Щодня проводиться дослідження вод на хімічне споживання кисню (ХСК), фосфати, амонійний азот та залізо загальне. Один раз на місяць проводиться розширений аналіз на нітрит-йони, нітрати, масову концентрацію сухого залишку, масову концентрацію кальцію і магнію, хлориди, завислі речовини, біологічне споживання кисню та сульфат-йони. План контролю стічних промислових та побутових стічних вод наведений у таблиці 3.2.

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
						22
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.2 – План контролю стічних вод

Об'єкт аналізу	Точка відбору	Об'єм проби чи вибірки	Показники	Періодичність	Код методики
1	2	3	4	5	6
Виробничі стоки	Після усереднювача	Середня проба 1,0л	ХСК загальний ХСК фільтрований Фосфати Амоній (азот амонійний) Хлориди	1 раз на добу	КНД 211.1.4.021-95 КНД 211.1.4.021-95 МВВ 081/12-0005-01 МВВ 081/12-0106-03 МВВ 081/12-0004-01
Виробничі стоки	Після метантенка	Середня проба 1,0л	ХСК загальний ХСК фільтрований Фосфати Амоній (азот амонійний) Хлориди	1 раз на добу	КНД 211.1.4.021-95 КНД 211.1.4.021-95 МВВ 081/12-0005-01 МВВ 081/12-0106-03 МВВ 081/12-0004-01
Виробничі стоки	Після вторинного відстійника – скид в місто	Середня проба 1,0л	ХСК загальний ХСК фільтрований Фосфати Амоній (азот амонійний) Хлориди	1 раз на добу	КНД 211.1.4.021-95 КНД 211.1.4.021-95 МВВ 081/12-0005-01 МВВ 081/12-0106-03 МВВ 081/12-0004-01
Виробничі стоки	Після усереднювача	Середня проба 2,0л	Завислі речовини фосфати мініралізація ХСК Залізо Хлориди Сульфати Амоній (азот амонійний)	1 раз на міс	КНД 211.1.4.039-95 МВВ 081/12-0005-01 МВВ 081/12-0109-03 КНД 211.1.4.021-95 КНД 211.1.4.034-95 МВВ 081/12-0004-01 МВВ 081/12-0177-05 МВВ 081/12-0106-03

1	2	3	4	5	6
Стічні промислово- побутові води	Контрольний колодязь (КК)11	Середня проба 2,0л	Запах Кольоровість Прозорість Завислі речовини рН фосфати мінералізація ХСК Залізо Хлориди Сульфати Нафтопродукти АПАР Жири рослинні та тваринні Амоній (азот амонійний)	1 раз на міс	[1] стор.314 [1] стор.1146 [1] стор.752 КНД 211.1.4.039-95 МВВ 081/12-0317-06 МВВ 081/12-0005-01 МВВ 081/12-0109-03 КНД 211.1.4.021-95 КНД 211.1.4.034-95 МВВ 081/12-0004-01 МВВ 081/12-0177-05 МВВ 081/12-0910-14 КНД 211.1.4.017-95 [1] стор.364 МВВ 081/12-0106-03

Станція водоочистки має забезпечувати необхідний ступінь очищення перед скидом в каналізацію та відповідати вимогам до складу та властивостей стічних вод, що скидаються до системи централізованого водовідведення, для безпечного їх відведення та очищення на очисних спорудах системи централізованого водовідведення. Відповіді вимоги нормуються наказом № 316 від 01.12.2017 «Про затвердження Правил приймання стічних вод до систем централізованого водовідведення та Порядку визначення розміру плати, що справляється за понаднормативні скиди стічних вод до систем централізованого водовідведення» [2] наведені у таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Вимоги до прийому стічних вод до каналізації

№	Показники якості стічних вод	Одиниця виміру	Максимально допустиме значення показника та (або) концентрація в пробі стічних вод
1	Реакція середовища (рН)	од.	6,5-9,0
2	Температура	°С	+40
3	БСК _{повне}	мг/дм ³	Згідно з регламентом роботи очисних споруд системи централізованого водовідведення
4	ХСК	мг/дм ³	580,0
5	Співвідношення ХСК:БСК ₅		< 2,5
6	Завислі речовини та речовини, що спливають	мг/дм ³	433,0
7	Азот (сума азоту органічного та амонійного)	мг/дм ³	73,0
8	Фосфор загальний (Р _{заг})	мг/дм ³	12,0
9	Нафта та нафтопродукти	мг/дм ³	10,0
10	Жири рослинні та тваринні	мг/дм ³	33,0
11	Хлориди (Cl ⁻)	мг/дм ³	350
12	Сульфати (SO ₄ ²⁻)	мг/дм ³	400
13	Сульфіді	мг/дм ³	1,5
14	СПАР аніонні	мг/дм ³	10,0
15	Феноли	мг/дм ³	0,25
16	Залізо (Fe)	мг/дм ³	3,0

3.2. Вибір та обґрунтування технологічної схеми

При очищенні стічних промислових вод було обрано схему очистки з біологічними методами. Враховуючи особливості складу стічних вод було запропоновано технологічну схему наведену на рис. 3. 1, яка включає процеси механічної та біологічної очистки. Також у схемі наявне використання флокулянту для ефективного ущільнення осаду.

розміром прорізу 2 та 1 мм послідовно. На даному етапі здійснюється механічна очистки від залишків сировини. Встановлення двох сит дозволить зменшити навантаження на подальші етапи очистки та підвищити ефективність роботи барабанного сита з прорізом 1 мм, адже у наявній схемі дане сито швидко забивається та не дозволяє досягнути необхідного ступеня затримання решток.

Далі стоки прямують на первинний тонкошаровий відстійник 3, де осідають завислі рештки під дією гравітації.

Після відстійника стоки самопливом подаються на резервуар-змішувач 4: тут відбувається усереднення рівня рН стоків. У змішувачі вода нейтралізується за рахунок об'єднання слабо лужних і слабо кислих вод, що надходять з виробництва. В змішувачі наявний рН-метр та аварійні дозатори азотної кислоти або гідроксиду натрію, які спрацьовують у випадку відхилення рН.

Після змішувача передбачений резервуар-розподілювач 5, завдяки якому 15% від об'єму йде на підживлення аеротенків, інші 85% - прямують на метантенк 6. Метантенк представлений біогазовим реактором, газ з якого використовується на потреби заводу.

Надалі стоки потрапляють у вторинний відстійник 7, представлений також тонкошаровим відстійником. Даний етап забезпечує до 80% очистки від завислих речовин.

Наступним етапом є надходження до аеротенку-витиснювача 8 з регенерацією активного мулу. Даний тип аеротенку доцільний для БСК до 300 мг/дм³. В нашому випадку даний тип аеротенку забезпечує зниження БСК до необхідного рівня перед скидом до каналізації.

Після аеротенку передбачений третинний тонкошаровий відстійник 9, завдяки якому відводиться надлишок завислих речовин, включаючи винос надлишкового мулу.

Очищені стоки після відстійників надходять до приймальної камери 10 чистої води, звідки подаються в каналізацію.

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
						27
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.3. Розрахунок матеріального балансу

Таблиця 3.4 - Вихідні дані для розрахунку матеріального балансу

№	Назва показника	Значення показника
1	2	3
1	Продуктивність станції, м³/добу	3300
2	БСК, мг/дм³	1700
3	рН	
4	Концентрація завислих речовин на вході, мг/дм³	2600
5	Концентрація завислих р-н після першого сито-барабана, мг/дм³	1820
6	Концентрація завислих р-н після другого сито-барабана, мг/дм³	1183
8	Концентрація твердої фази осаду, г/м³	20000
9	Густина осаду, т/м³	1,03
10	Ефект зменшення БСК, %	25%
11	Гідравлічна крупність осаду, мм/с	0,59
12	Кут, під яким розташовані пластини у відстійнику, °	55
13	Час накопичення осаду у відстійнику, год	2
14	Коефіцієнт, що враховує збільшення обсягу мулу в метантенку	1,15
15	Вологість сирого осаду в метантенку, %	94
16	Вологість надлишкового мулу в метантенку, %	97
17	Зольність сухої речовини осаду, %	30
18	Зольність сухої речовини мулу, %	25
19	Гігроскопічність вологість сирого осаду, %	5
20	Гігроскопічність вологість мулу, %	5

1	2	3
21	Доза завантаження осаду в метантенк для мезофільного режиму, %	10
22	Доза мулу в аеротенку, г/дм ³	4,2
	Розчинність кисню повітря у воді, мг/дм ³	10,7
23	Концентрація флокулянту у витратному баку, %	0,2

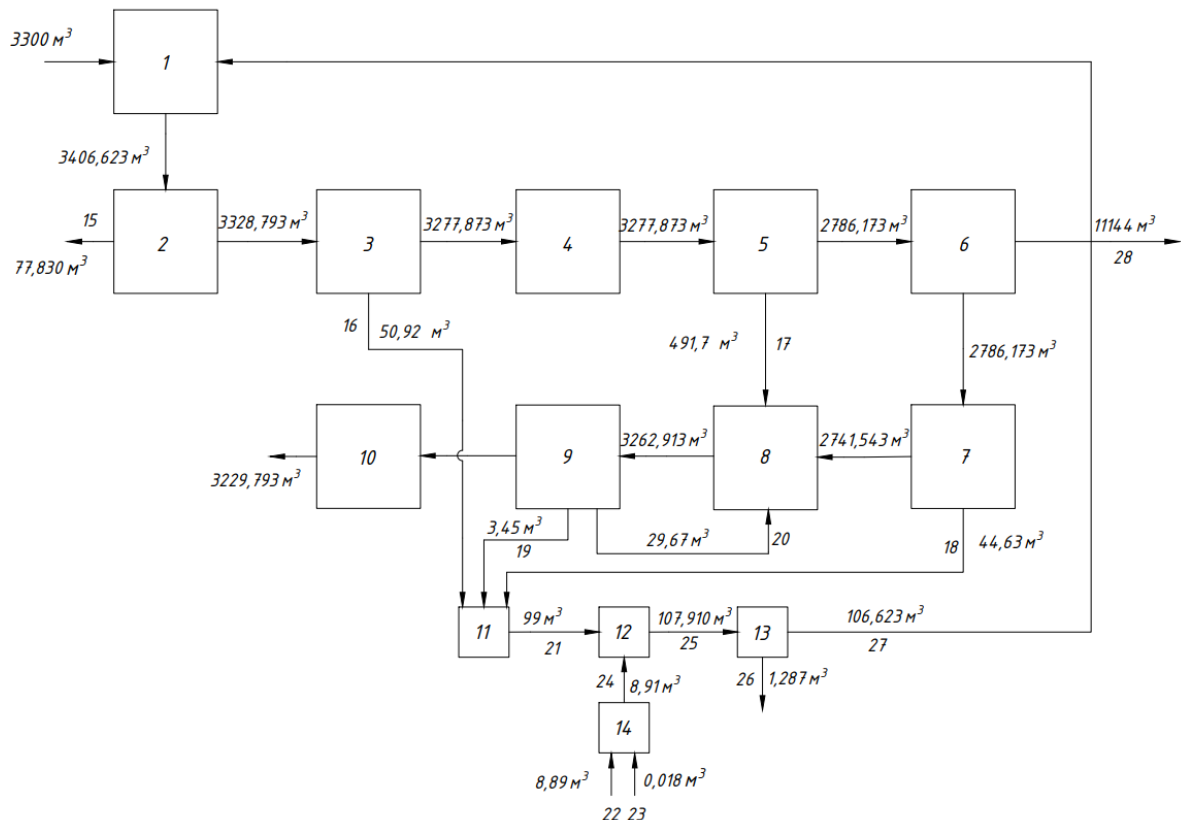


Рис. 3.2 – Блок-схема матеріального балансу

1 – приймальна камера січних вод; 2 – сито-барабани; 3 – первинний відстійник; 4 – змішувач-усереднювач; 5 – резервуар-розподільвач; 6 – метантенк; 7 – вторинний відстійник; 8 – аеротенк; 9 – третинний відстійник; 10 – приймальна камера очищеної води; 11 – мулонакопичувач; 12 – мулоущільнювач; 13 – декантер; 14 – витратний бак флокулянту; 15 – відведення шламу; 16 – відведення осаду з первинного відстійника; 17 – підживлення аеротенку; 18 – відведення осаду з вторинного відстійника; 19 – відведення осаду з третинного відстійника; 20 – повернення винесеного мулу в аеротенк; 21 – подача мулу на зневоднення; 22 – подача води на приготування флокулянту; 23 – подача концентрованого флокулянту; 24 – подача готового розчину флокулянту; 25 – подача обробленого осаду на повне зневоднення; 26 – зневоднений осад на утилізацію; 27 – повернення фільтрату в приймальну камеру 1.

Маса шламу за сухою речовиною на барабанному ситі 1 розраховується наступним чином [11]:

$$Q_{oc1} = \frac{Q * (C_1 - C_2)}{10^6},$$

$$Q_{oc1} = \frac{3300 * (2600 - 1820)}{10^6} = 2,57 \text{ т/добу}$$

Тоді об'єм осаду із сито-барабану 1 при $\delta=60000 \text{ г/м}^3$

$$V_{oc} = \frac{2,57 * 10^6}{60000} = 42,83 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Маса шламу за сухою речовиною на барабанному ситі 2 розраховується наступним чином [11]:

$$Q_{oc2} = \frac{3300 * (1820 - 1183)}{10^6} = 2,1 \text{ т/добу},$$

Тоді об'єм осаду із сито-барабану 2 при $\delta=60000 \text{ г/м}^3$

$$V_{oc} = \frac{2,1 * 10^6}{60000} = 35 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Сумарний об'єм осаду із сито-барабанів дорівнює:

$$V=42,83+35=77,83 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Концентрація зважених речовин у воді, що надходить на первинні відстійники після сит складає 1183 мг/дм^3 .

Концентрація змулених речовин після первинних відстійників тонкошарового типу становить $C_2=150 \text{ мг/дм}^3$.

Маса осаду за сухою речовиною у первинному відстійнику розраховується наступним чином [7]:

$$Q_{oc} = \frac{Q * (C_1 - C_2)}{10^6},$$

де C_1 та C_2 – концентрації завислих р-н на вході до відстійника та виході відповідно, мг/дм^3 .

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
						30
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q_{oc3} = \frac{3300 * (1183 - 150)}{10^6} = 3,41 \text{ т/добу}$$

Об'єм осаду в первинному відстійнику [11]:

$$V_{oc} = \frac{Q * (C_1 - C_2)}{(100 - P) * \rho 10^6}$$

де P – вологість осаду, %, при транспортуванні плунжерним насосом

$P=93,5\%$,

ρ - густина осаду, приймаємо $\rho=1,03 \text{ т/м}^3$.

$$V_{oc1} = \frac{3300 * (1183 - 150)}{(100 - 93,5) * 1,03 * 10^6} = 50,92 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Під час відстоювання на первинному відстійнику БСК знижується до 25%:

$$L_a = 1700 - 1700 * 0,25 = 1275 \text{ мг/дм}^3$$

Ефективність роботи первинного відстійника:

$$E_I = \frac{1183 - 150}{1183} = 87,32 \%$$

Об'єм води, що подається до аеротенку для підживлення з резервуару-розподільвача складає 15% від загального об'єму.

Маса осаду за сухою речовиною у вторинному відстійнику розраховується наступним чином [11]:

$$Q_{oc4} = \frac{3300 * (989,5 - 84)}{10^6} = 2,99 \text{ т/добу}$$

Об'єм осаду в вторинному відстійнику [7]:

$$V_{oc2} = \frac{3300 * (989,5 - 84)}{(100 - 93,5) * 1,03 * 10^6} = 44,63 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Під час відстоювання на вторинному відстійнику БСК знижується до 25%:

$$L_a = 255 - 255 * 0,25 = 191,25 \text{ мг/дм}^3$$

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
						31
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Винос надлишкового мулу у вторинні відстійники становить $b=989,5$ мг/дм³.

Об'єм осаду, який відводять з вторинного відстійника:

$$M_{\text{сух}} = \frac{Q * (0,8 * C(1 - E_{II}) + \alpha * L_a - b)}{10^6},$$

$$M_{\text{сух}} = \frac{3300 * (0,8 * 1183 * (1 - 87,32) + 0,3 * 1275 - 84)}{10^6} = 1,38 \text{ т/добу}$$

Кількість сухої речовини осаду:

$$O_{\text{сух}} = \frac{C * E_I * K}{10^6} * Q,$$

$$O_{\text{сух}} = \frac{1183 * 87,32 * 1,15}{10^6} * 3300 = 3,92 \text{ т/добу}$$

Об'єм мулу, що подається на метантенк (за його вологості 94,93%):

$$V_{\text{акт.мулу}} = \frac{1,38 * 100}{100 - 94,93} = 21,79 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Кількість беззольної речовини осаду розраховують наступним чином:

$$O_{\text{без}} = \frac{O_{\text{сух}} * (100 - B^0) * (100 - Z_0)}{100^2},$$

$$O_{\text{без}} = \frac{3,92 * (100 - 5) * (100 - 30)}{100^2} = 2,61 \text{ т/добу}$$

Кількість беззольної речовини активного мулу:

$$M_{\text{без}} = \frac{M_{\text{сух}} * (100 - B^M) * (100 - Z_M)}{100^2},$$

де B_0, B_M - гігроскопічна вологість сирого осаду та активного мулу;

Z_0, Z_M - зольність сухої речовини осаду і мулу.

$$M_{\text{без}} = \frac{M_{\text{сух}} * (100 - 5) * (100 - 25)}{100^2} = 0,98 \text{ т/добу}$$

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
						32
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Витрата сирого осаду розраховується за формулою [11]:

$$V_o = \frac{100 * O_{сух}}{(100 - W_o) * \rho_o},$$

$$V_o = \frac{100 * 3,92}{(100 - 94) * 1,03} = 63,43 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Об'єм надлишкового активного мулу розраховується за формулою [11]:

$$V_{\text{надл.мул.}} = \frac{100 * M_{сух}}{(100 - W_o) * \rho_{сух}},$$

де W_o ; W_M – значення вологості сирого осаду та надлишкового активного мулу, %;

ρ_o ; ρ_M – значення густини осаду та активного мулу.

$$V_{\text{надл.мул.}} = \frac{100 * 1,38}{(100 - 97) * 1,03} = 44,69 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Загальна витрата осадів під час процесу очищення стічних вод:

- Витрата за сухою речовиною:

$$M_{сух}^! = O_{сух} + M_{сух},$$

$$M_{сух}^! = 3,92 + 1,38 = 5,3 \text{ т/добу}$$

- Витрата за беззольною речовиною:

$$M_{\text{без}}^! = O_{\text{без}} + M_{\text{без}},$$

$$M_{\text{без}}^! = 2,61 + 0,98 = 3,59 \text{ т/добу}$$

- Витрата за обсягом суміші фактичної вологості:

$$M_{\text{заг}} = V_o + V_M,$$

$$M_{\text{заг}} = 63,43 + 44,69 = 108,13 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Розрахунок середньої вологості суміші:

$$B_c = 100 * \left(1 - \frac{M_{сух}^!}{M_{\text{заг}}}\right),$$

$$B_c = 100 * \left(1 - \frac{5,3}{108,13}\right) = 95,1 \%$$

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
						33
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок середнього показника зольності:

$$З = 100 * \left(1 - \frac{M_{\text{без}}^! * 100}{O_{\text{сух}} * (100 - B^0) + M_{\text{сух}} * (100 - B^M)} \right),$$
$$З = 100 * \left(1 - \frac{3,59 * 100}{3,92 * (100 - 5) + 1,18 * (100 - 5)} \right) = 28,7\%$$

БСК у воді після метантенку: $\text{БСК}_{\text{вих}} = 1275 - 1275 * 0,8 = 255 \text{ мг/дм}^3$

Ефективність роботи вторинного відстійника:

$$E_{II} = \frac{989,5 - 84}{989,5} = 91,51 \%$$

Кількість мулу, яка виноситься з аеротенку-витиснювача до третинного відстійника:

$$Q_{\text{акт.мул.}} = \frac{Q * D_{\text{акт.мул.}}}{1000},$$
$$Q_{\text{акт.мул.}} = \frac{3300 * 4,2}{1000} = 13,86 \text{ т/добу}$$

Об'єм надлишкового мулу розраховується за формулою [11]:

$$V_{\text{надл.мул.}} = \frac{100 * M_{\text{сух}}}{(100 - P) * \rho_{\text{сух}}},$$
$$V_{\text{надл.мул.}} = \frac{100 * 0,26}{(100 - 99,25) * 1,03} = 33,12 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Кількість мулу, що повертається назад в аеротенк:

$$Q_{\text{пов}} = Q_{\text{акт.мул.}} - M_{\text{сух}},$$
$$Q_{\text{пов}} = 13,86 - 0,26 = 13,6 \text{ т/добу}$$
$$V_{\text{пов.}} = 33,12 - 3,45 = 29,67 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Кількість мулу, що подається на аеротенк (за його $W=99,25\%$):

$$V_{\text{акт.мулу}} = \frac{13,6 * 100}{100 - 99,25} = 1813,9 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Приріст анаеробного мулу:

$$P_{\text{мулу}} = 0,8 * C_{\text{зв}} + K' * L_a,$$

де $C_{\text{зв}}$ – концентрація завислих речовин, яка надходить в аеротенк, $\text{мг}/\text{дм}^3$.

$$P_{\text{мулу}} = 0,8 * 84 + 0,31 * 191,25 = 126,49 \text{ мг}/\text{дм}^3$$

Питома витрата повітря для роботи аеротенку:

$$D_{\text{повітря}} = \frac{z * (L_a - L_t)}{k_1 * k_2 * n_1 * n_2 * (C_p - C)},$$

де z - питома витрата кисню у $\text{мг}/\text{мг}$ БПКповн;

k_1 - коефіцієнт, що враховує тип аератора;

k_2 - коефіцієнт, що залежить від глибини занурення аератора;

n_1 - коефіцієнт, що враховує температуру стічної води;

n_2 - коефіцієнт, що враховує відношення швидкості переносу кисню у муловій суміші до швидкості переносу його у чистій воді;

C_p - розчинність кисню повітря у воді;

C - середня концентрація кисню в аеротенку.

$$D_{\text{повітря}} = \frac{1,1 * (191,25 - 40)}{1,47 * 2,68 * 1,02 * 0,75 * (10,7 - 2,3)} = 6,57 \text{ м}^3/\text{м}^3$$

Загальна витрата повітря: $D_{\text{заг}} = D_{\text{повітря}} * Q,$

$$D_{\text{заг}} = 6,57 * 3300 = 21687,48 \text{ мг}^3/\text{м}^3$$

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
						35
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Маса осаду за сухою речовиною у третинному відстійнику розраховується наступним чином [7]:

$$Q_{ос5} = \frac{3300 * (90 - 20)}{10^6} = 0,231 \text{ т/добу}$$

Об'єм осаду в третинному відстійнику [7]:

$$V_{ос5} = \frac{3300 * (90 - 20)}{(100 - 93,5) * 1,03 * 10^6} = 3,45 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Кількість осаду, який відводять з третинних відстійників:

$$M_{сух} = \frac{[0,8 * 90 * (1 - 77,78) + 0,3 * 191,25 - 15] * 3300}{10^6} = 0,26 \text{ т/добу}$$

Розрахунок витрати водопровідної води на приготування флокулянту:

В актуальній схемі очистки на 1 м³ осаду припадає 0,09м³ розчину флокулянту поліакриламід 0,2%.

Загальний об'єм осаду з відстійників становить:

$$V_{осаду} = 50,92 + 44,64 + 3,45 = 99 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Тоді об'ємна витрата 0,2% готового розчину флокулянту складає:

$$V_{ПАА-0,2\%} = 99 * 0,09 = 8,91 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Витрата чистого 100% розчину флокулянту на приготування робочого розчину складає:

$$V_{ПАА-100\%} = 8,91 * 0,2/100 = 0,01782 \text{ м}^3/\text{добу}$$

При густині флокулянту $\rho=1 \text{ т/м}^3$ [8] необхідна маса флокулянту дорівнює:

$$m_{ПАА} = 0,2 * \frac{8910}{100} = 17,82 \text{ кг}$$

Витрата води на приготування коагулянту: $V_{води} = 8,91 - 0,01782 = 8,89 \text{ м}^3$

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
						36
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Об'єм осаду за сухою речовиною, що йде на утилізацію, при його вологості перед зневодненням 98,7%: $V_{oc.cyx} = 99 - 99 * 0,987 = 1,287 \text{ м}^3$

Тоді об'єм фільтрату, який повертається в приймальну камеру стічних вод з врахуванням об'єму 0,2% розчину флокулянту:

$$V_{\text{фільтрату}} = 99 - 1,287 + 8,91 = 106,6 \text{ м}^3$$

Таблиця 3.5 - Результати матеріального балансу

Назва показника	Значення показника
Об'єм шламу, що затримується на сито-барабанах, м ³	77,83
Об'єм осаду, що відводиться з первинних відстійників, м ³ /добу	50,92
Маса осаду з первинного за сухою речовиною, т/добу	3,41
Кількість сухої речовини в метантенку, т/добу	3,92
Кількість сухої речовини мулу, т/добу	1,38
Об'єм осаду, що відводиться з вторинних відстійників, м ³ /добу	44,63
Маса осаду з вторинного за сухою речовиною, т/добу	2,99
Об'єм осаду, що відводиться з третинних відстійників, м ³ /добу	3,45
Маса осаду з третинного за сухою речовиною, т/добу	0,231
Середня розрахована вологість суміші з метантенку, %	95,1
Середня розрахована зольність, %	28,7
Ефективність видалення органічних речовин на метантенку, %	80
Тривалість аерації, год	0,75
Об'єм стоків на підживлення аеротенку, %	15

Продовження таблиці 3.5

БСК, що виходить з аеротенку, мг/дм ³	40
Питому витрата повітря, м ³ /м ³	8,49
Загальна витрата повітря на аерацію, м ³ /м ³	28026,9
Об'єм осаду, що подається в мулонакопичувач, м ³ /добу	99
Об'ємна витрата 0,2% розчину флокулянту, м ³	8,91
Витрата води на приготування флокулянту, м ³	8,89
Витрата 100% розчину флокулянту на приготування робочого розчину, м ³	0,01782
Об'єм осаду за сухою речовиною, м ³	1,287
Об'єм фільтрату, що повертається в приймальну камеру, м ³ /добу	106,6

3.4. Теоретичні відомості про процеси, що реалізуються в технологічній схемі

3.4.1 Механічна очистка

Сито-барабан

Механічні методи очищення стічних вод є першим етапом очищення і видаляють нерозчинні домішки мінерального та органічного походження шляхом фільтрації або відстоювання. Ці методи використовуються для видалення грубих частинок, піску, зважених частинок і плаваючих речовин (жирових і олійних продуктів). Цей спосіб очищення заснований на фізичних силах: гравітації, відцентровій силі та ін. Конструкції для механічного очищення влаштовані таким чином, що першими видаляються найбільші частинки забруднення, наприклад на решітці або ситі. Механічна очистка є обов'язковою перед етапом біологічної очистки. За допомогою механічної очистки можна досягти зниження концентрації завислих речовин до 60 %. Для підвищення ефективності механічного очищення можна застосовувати

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
						38
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

преаерацію (наповнення стічної води киснем для сприяння агломерації зважених твердих речовин), біокоагуляцію (додавання мікроорганізмів для сприяння агломерації зважених твердих речовин), освітлення в завислому шарі (використання флокулянтів для утворення крупних пластівців, які швидко осаджуються), тонкошарове відстоювання (відстоювання стічних вод у тонкому шарі для більш ефективного видалення завислих речовин).

На аналізованій очисній станції очистки стічних вод використовується барабанне сито. Дане сито призначене для видалення найбільших домішок, з яких часто це органічні залишки сировини та скло. Розмір сітки на одному ситі становить 2 мм, на другому – 1 мм. Принцип роботи сито-барабана показаний на рис. 2.

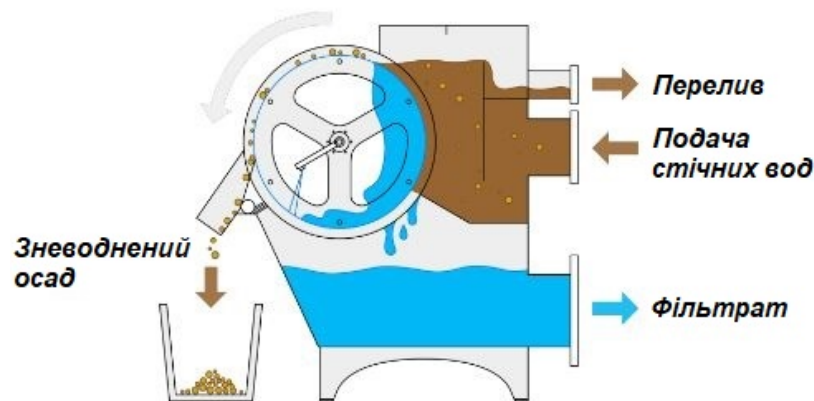


Рисунок 3.3 – Принцип роботи сито-барабана

Забруднена вода подається у приймальну камеру сита, вода з камери подається на зовнішню поверхню обертового барабана і проходить через отвори сита, при цьому домішки затримуються на його поверхні. Після видалення забруднення фільтруючий циліндр промивається. Попередня очистка стоків від твердих суспензій за допомогою барабанного сита складає від 30 до 60%, що дозволяє знизити подальше навантаження на очисні споруди, а саме на біологічну складову. Перевагою даного методу механічної очистки є простота самої конструкції, нескладність обслуговування, невисока вартість та висока ефективність вилучення великих домішок. Барабанне сито змонтоване у приміщенні станції водоочистки; осад скидається у контейнер та утилізується як ТПВ, оскільки може містити залишки скла або етикетів.

Відстійники

Після проходження через решітки стічні води все ще містять значну кількість завислих речовин – нерозчинних грубодисперсних домішок. Ці речовини можуть негативно впливати на подальші етапи біологічної очистки, тому їх концентрація потребує контролю і не повинна перевищувати 100-150 мг/дм³.

Гравітаційне відстоювання є найпростішим і найдешевшим способом очищення води. Під дією сили тяжіння тверді зважені матеріали осідають на дно конструкції, а більш щільні спливають на поверхню через різницю щільності з водою.

В розробленій технологічній схемі очистки наявні первинні, вторинні і третинні відстійники, представлені тонкошаровими. Тонкошарові відстійники [12] дозволяють підвищити ефективність осадження завислих речовин в порівнянні із звичайним відстійниками до 30%. До того ж даний тип займає значно менше площі у співвідношенні до ефективності роботи. Схему тонкошарового відстійника наведено на рис. 3.

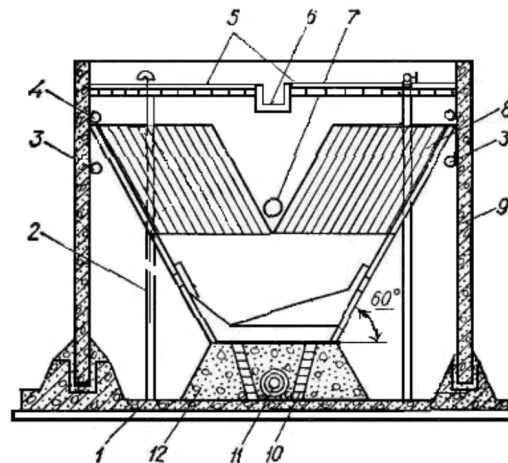


Рисунок 3.4 – Схема тонкошарового відстійника

- 1- поліетиленова труба для відведення осадів; 2- труба для подачі повітря; 3,7- відведення очищеної води із осадоушільнювача; 4- трубопровід підігріву; 5- отвори в поперечних збірних жолобах; 6- зварений лоток; 8- багатошарове завантаження; 9- корпус; 10- цегельна кладка; 11- подача води в секцію; 12- гравійна камера пластівцеутворення

Принцип роботи [12] тонкошарового відстійника полягає в зниженні швидкості потоку з моменту входу до зони прояснення, завдяки чому відокремлюються найбільші частки. Далі частково прояснена вода направляється у багат шарове завантаження, де забезпечується осадження дрібніших частинок за рахунок ламінарного руху.

3.4.2 Біологічна очистка

Метантенк

Метантенки – це закриті ємності, які використовуються на очисних спорудах для забезпечення процесу анаеробного зброджування. Цей процес полягає в розщепленні органічних речовин у стічних водах мікроорганізмами в безкисневому середовищі.

Анаеробне бродіння в метантенках проходить в кілька етапів:

1. *Введення стічних вод:* Початковим етапом є введення стічних вод, що містять органічні речовини, в біогазовий реактор.

2. *Гідроліз:* складні органічні молекули розкладаються на простіші форми, такі як цукри та амінокислоти позаклітинними ферментами, що виробляються різними групами бактерій.

3. *Ацидогенез:* бактерії, що виробляють кислоту (так звані ацидогени), ферментують гідролізат з утворенням органічних кислот, таких як оцтова кислота, леткі жирні кислоти (ЛЖК), водень і вуглекислий газ.

4. *Ацетогенез:* бактерії ацетогенезу перетворюють частину ЛЖК в оцтову кислоту, водень і вуглекислий газ.

5. *Метаногенез:* бактерії, що виробляють метаноген, називаються метаногенами, використовують водень, вуглекислий газ і оцтову кислоту для отримання метану (CH_4) і вуглекислого газу (CO_2), основних компонентів біогазу. Зброджені стічні води зі значно зменшеним вмістом органічних речовин виводяться з метантенка у вигляді стоків. Ці стоки можуть потребувати подальшої обробки в залежності від їх кінцевого призначення.

Решта органічних матеріалів, які осідають на дні метантенка, називається збродженим осадом. Цей осад може піддаватися подальшій

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
						41
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

обробці, зневодненню та утилізації, або потенційно може бути використаний для внесення в ґрунт.

Для очищення стічних вод використовуються різні конструкції метантенків, кожна з яких має свої унікальні переваги та особливості:

- Реактор із повним перемішуванням: це найпоширеніший тип резервуарного біореактора безперервної дії з перемішуванням. Вони характеризуються ефективним перемішуванням, коротким часом відстоювання та здатні добре очищати стічні води з високим вмістом органіки.

- Лагуни: це відкриті водойми з мінімальними порушеннями, прості та економічно ефективні. Однак вони вимагають більшого часу просування та більшої площі землі.

- Анаеробний реактор із перегородками (АРП): складається з кількох відділень із перегородками, які перешкоджають потоку та збільшують час утримання. Вони забезпечують більш високу ефективність роботи з твердими речовинами порівняно з відстійниками.

Розуміючи принципи анаеробного зброджування та різноманітні конструкції метантенків, можна приймати обґрунтовані рішення щодо вибору найбільш підходящого типу метантенку для конкретних потреб. На даному пивоварному заводі наявний метантенк, що забезпечує завод біогазом на 10%.

Аеротенк

Аеротенки представляють собою видовжені резервуари обладнані аераторами, в які подаються забруднені стоки та активний аеробний мул.

Введення стічних вод: На початковому етапі стічні води з високим вмістом органіки вводяться в аеротенк.

Подача кисню: Для подачі кисню в резервуар використовуються різні аераційні пристрої. Ці пристрої, включаючи дифузори та механічні аератори, створюють бульбашки, які значно збільшують площу контакту поверхні води з повітрям.

Активність мікроорганізмів: середовище, багате киснем, сприяє росту аеробних бактерій — це тип особливих мікроорганізмів, які споживають

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
						42
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

органічні речовини в стічних водах. Розщеплюючи ці забруднюючі речовини, бактерії виробляють вуглекислий газ, воду та новий клітинний матеріал, сприяючи зростанню власної популяції.

Перемішування: безперервне та ретельне перемішування в резервуарі має вирішальне значення. Це забезпечує рівномірний розподіл кисню та стічної води по всьому баку, оптимізуючи процес біологічного очищення.

Осадження: після фази біологічного очищення вода направляється до спеціальної зони відстоювання. Тут очищені стічні води відокремлюються від більш важких біотвердих речовин, що утворюються під час процесу очищення. Ці біотверді речовини осідають на дно ємності через підвищену щільність.

Скидання стічних вод: після очищення та оксигенації очищені стічні води скидаються з басейну. Залежно від конкретних стандартів і вимог до якості ці стічні води можуть проходити подальші етапи очищення або скидатися безпосередньо в навколишнє середовище.

Відкладений біологічний матеріал необхідно видалити з дна аеротенка для подальшої обробки, яка зазвичай включає зневоднення та ущільнення з подальшою утилізацією осаду.

Враховуючи особливості стічних вод з пивовиробництва, було прийнято рішення використовувати аеротенк-витиснювач з регенерацією активного мулу, оскільки БСК не перевищує 300 мг/дм³. В даному типі аеротенків мул подається на початку каналу, а вода рухається вздовж каналу.

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
						43
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. ТЕХНОЛОГІЧНІ ТА ГІДРАВЛІЧНІ РОЗРАХУНКИ ОЧИСНИХ СПОРУД

4.1 Вибір та розрахунок барабанних сит

Оскільки стоки з виробництва містять залишки сировини (гілочки, зерно) та неорганічне сміття (шматки скла чи етикеток), які швидко забивають наявний сито-барабан із розміром прорізу 1 мм, було запропоновано використання другого сито-барабана з більшим розміром прорізу. Враховуючи продуктивність станції 137,5 м³/год, для використання пропонується барабанне сито TR63/60.

Характеристики барабанного сита TR63/60:

- Продуктивність: 144 м³/год;
- Розмір прорізу: 2 мм;
- Діаметр барабану: 630 мм;
- Довжина барабану: 600 мм;
- Габарити барабану: 1375мм*1350мм*1220 мм;
- Потужність: 0,55 кВт
- Ефективність: 30-60%
- Матеріал фільтрувального барабана: перфорований нержавіючий метал AISI 304.

Емпірично було встановлено, що ефективність даного сито-барабану із врахуванням різних розмірів завислих часток становить 30%. Тоді концентрація взважених після проходження даного сито-барабану складає:

$$C_{зв1} = C_{поч} - C_{поч} * 0,3 = 2600 - 2600 * 0,3 = 1820 \text{ мг/дм}^3$$

Після даного барабанного сита залишається наявне сито з розміром прорізу 1 мм (TR63/90) з продуктивністю 152 м³/год.

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
						44
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Характеристики барабанного сита TR63/90:

- Продуктивність: 152 м³/год;
- Розмір прорізу: 1 мм;
- Діаметр барабану: 630 мм;
- Довжина барабану: 900 мм;
- Габарити барабану: 1375мм*1350мм*1250 мм;
- Потужність: 0,55 кВт
- Ефективність: 30-60%
- Матеріал фільтрувального барабана: перфорований нержавіючий метал AISI 304.

Також емпірично було встановлено, що ефективність сито-барабану TR63/90 складає 35%. Тоді концентрація завислих після нього складає:

$$C_{зв2} = C_{зв1} - C_{зв1} * 0,35 = 1820 - 1820 * 0,35 = 1183 \text{ мг/дм}^3$$

4.2 Розрахунок приймальної камери

Приймальна камера має форму паралелепіпеду в технологічній схемі позначена номером 1.

Розрахунок приймальної камери:

$$Q=3406,6/86400=0,0394 \text{ м}^3/\text{с}$$

$$V = \frac{t * Q}{N},$$

де Q – витрата води, м³/с;

t – час перебування води у камері (1 год=3600 с);

N - кількість камер, приймаємо 2.

$$V_{ст} = \frac{3600 * 0,0394}{1} = 141,84 \text{ м}^3$$

Висоту камери приймаємо $h=4,5$ м, тоді площа камери $S=141,84/4,5=31,52 \text{ м}^2$.

Ширину приймаємо $a=4,55$ м, тоді довжина $b=7$ м. Фактичний об'єм камери становить: $V_{ст.факт.}=4,5*4,55*7=143,325 \text{ м}^3$.

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
						45
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.3 Розрахунок первинних відстійників

В якості первинних відстійників обрано тонкошарові відстійники, оскільки вони забезпечують вищу ефективність за рахунок зменшення турбулізації потоку води.

Робоча довжина відстійника розраховується за формулою:

$$l_p = \frac{h_{яp} * V}{k * U_0 * \cos \alpha},$$

де $h_{яp}$ – відстань між двома пластинами;

α – кут між пластинами;

V – лінійна швидкість руху води, мм/с;

U_0 – гідравлічна крупність осаду, мм/с;

k – коефіцієнт, який залежить від напрямку руху води та осаду, $k=0,5$ при паралельному русі води і осаду.

$$l_p = \frac{0,012 * 5,1}{0,5 * 0,59 * \cos 55^\circ} = 0,362 \text{ м}$$

Загальна довжина тонкошарового відстійника розраховується за формулою:

$$L = l_p * n * N,$$

де n – кількість пластин у секції,

N – кількість секцій у відстійнику.

$$L = 0,362 * 10 * 2 = 7,23 \text{ м}$$

Приймаємо $L=7,5$ м.

Визначаємо ширину відстійника:

$$B = \frac{q}{U_0 * n * N * l_p * 3,6},$$

де q – витрата води, м³/год.

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
						46
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$B = \frac{137,5}{0,59 * 10 * 2 * 0,362 * 3,6} = 8,95$$

Приймаємо $B=9\text{м}$.

Площа тонкошарового відстійника:

$$F = L * B = 7,23 * 8,95 = 64,74 \text{ м}^2$$

Об'єм зони накопичування розраховується за наступною формулою:

$$W = \frac{q * t * (C - m)}{\delta},$$

де $t=2$ год (час накопичення осаду),

C – концентрація завислих речовин, що надходить на відстійник,

m – каламутність води на виході з відстійника,

δ – середня концентрація твердої частини осаду, г/м^3 .

$$W = \frac{137,5 * 2 * (1183 - 150)}{20000} = 14,2 \text{ м}^3$$

Тоді висота зони накопичення дорівнює:

$$H_{oc} = \frac{W}{F},$$

$$H_{oc} = \frac{14,2}{64,74} = 0,22 \text{ м}$$

Приймаємо висоту відстійника $H_B=4$ м, тоді загальна висота відстійника дорівнює:

$$H = H_B + H_{oc} + 0,3 = 4 + 0,22 + 0,3 = 4,52 \text{ м}$$

Приймаємо $H=4,5$ м.

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
						47
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.4 Розрахунок змішувача-усереднювача

$$Q=3406,6/86400=0,0394 \text{ м}^3/\text{с}$$

$$V_{\text{зм}} = \frac{t * Q}{N},$$

де Q – витрата води, м³/с;

t – час перебування води у камері (1 год=3600 с);

N - кількість камер.

$$V_{\text{зм}} = \frac{3600 * 0,0394}{1} = 141,84 \text{ м}^3$$

Висоту камери приймаємо h=4,5 м, тоді площа камери S=141,84/4,5=31,52 м².

Ширину приймаємо a=5 м, тоді довжина b=6,5 м. Фактичний об'єм камери становить: $V_{\text{ст.факт.}}=4,5*5*6,5=146,25 \text{ м}^3$.

4.5 Розрахунок камери-розподільвача

Розраховуємо об'єм камери:

$$V_p = \frac{t * Q}{N},$$

де Q – витрата води, м³/с;

t – час перебування води у камері (0,5 год=1800 с);

N - кількість камер.

$$V = \frac{1800 * 0,0394}{1} = 70,92 \text{ м}^3$$

Висоту камери приймаємо h=3,75 м, тоді площа камери:

$$S=70,92/3,75=18,9 \text{ м}^2.$$

Ширину приймаємо a=4,5м, а довжину b=4,5 м. Тоді фактичний об'єм камери складає: $V_{\text{факт.}}= 3,75*4,5*4,5=75,94 \text{ м}^3$.

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
						48
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.6 Проектування метантенку

Знаючи загальну витрату осаду за обсягом суміші фактичної вологості, можна розрахувати необхідний об'єм метантенку:

$$V_{\text{мет}} = \frac{M_{\text{заг}} * 100}{D},$$

$$V_{\text{мет}} = \frac{108,13 * 100}{10} = 1081,28 \text{ м}^3$$

Приймаємо висоту метантенку $H_m=16$ м, тоді площа дна дорівнює:

$$S_{\text{дна}} = \frac{1081,28}{16} = 67,58 \text{ м}^2$$

Обираємо форму метантенку циліндричну, розраховуємо радіус:

$$r = \sqrt{\frac{S_{\text{дна}}}{\pi}} = \sqrt{\frac{67,58}{3,14}} = 4,64 \text{ м, приймаємо } d=9,5,$$

Тоді фактичний об'єм метантенку становить $V_{\text{факт}} = 16 * 3,14 * 4,65 = 1086,3 \text{ м}^3$

4.7 Розрахунок вторинних відстійників

В якості вторинних відстійників обрано тонкошарові відстійники.

Робоча довжина відстійника розраховується за формулою:

$$l_p = \frac{h_{\text{яр}} * V}{k * U_0 * \cos \alpha'},$$

$$l_p = \frac{0,012 * 5,1}{0,5 * 0,59 * \cos 55^\circ} = 0,362 \text{ м}$$

Загальна довжина тонкошарового відстійника розраховується за формулою:

$$L = l_p * n * N,$$

$$L = 0,362 * 10 * 2 = 7,23 \text{ м}$$

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
						49
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Приймаємо $L=7,5$ м.

Визначаємо ширину відстійника:

$$B = \frac{q}{U_0 * n * N * l_p * 3,6},$$
$$B = \frac{137,5}{0,59 * 10 * 2 * 0,362 * 3,6} = 8,95 \text{ м}$$

Приймаємо $B=9$ м.

Площа тонкошарового відстійника:

$$F = L * B,$$
$$F = 7,23 * 8,95 = 64,74 \text{ м}^2$$

Об'єм зони накопичування розраховується за наступною формулою:

$$W = \frac{q * t * (C - m)}{\delta},$$
$$W = \frac{137,5 * 2 * (989,5 - 24)}{20000} = 12,45 \text{ м}^3$$

Тоді висота зони накопичення дорівнює:

$$H_{oc} = \frac{W}{F} = \frac{12,45}{64,74} = 0,2 \text{ м}$$

Приймаємо висоту відстійника $H_B=4$ м, тоді загальна висота відстійника дорівнює:

$$H = H_B + H_{oc} + 0,3 = 4 + 0,19 + 0,3 = 4,5 \text{ м}$$

4.8 Розрахунок аеротенку-витиснювача

Проектування аеротенку передбачає розрахунок об'єму, приросту аеробного мулу та необхідної витрати повітря на аерацію. Для характеристики води, що надходить до аеротенку після попередніх споруд очистки, підходить аеротенк-витиснювач.

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
						50
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розраховуємо необхідний час аерації:

$$t_{\text{аер}} = \frac{1 + \varphi * a}{C * \rho_{\text{max}} * a * (1 - s)} \left[(C * K_0) * (L'_a - L_t) + K_l * C * \ln \frac{L'_a}{L_t} \right] * K_r,$$

$$t_{\text{аер}} = \frac{1 + 0,07 * 4,2}{C * 85 * 4,2 * (1 - 0,3)} \left[(4,2 * 0,625) * (139,16 - 40) + 0,33 * 4,2 * \ln \frac{139,16}{40} \right] * 1,27 = 0,75 \text{ год}$$

Визначаємо повне БСК враховуючи розведення рециркуляційним мулом:

$$L'_a = \frac{L_a + L_t * R}{1 + R},$$

$$L'_a = \frac{191,25 + 40 * 0,53}{1 + 0,53} = 139,16 \text{ мг/м}^3$$

Ступінь рециркуляції мулу дорівнює:

$$R = \frac{a}{\frac{1000}{j} - a},$$

де j – муловий індекс.

$$R = \frac{4,2}{\frac{1000}{82} - 4,2} = 0,53$$

Розраховуємо питому швидкість окислення органіки в аеротенку:

$$\rho = \rho_{\text{max}} * \frac{L_t * C}{L_t * C + K_l * C + K_0 * L_t} * \left[\frac{1}{1 + \varphi * a} \right]$$

де C – концентрація кисню у воді в аеротенку, мг/дм³ ;

K_L - коефіцієнт, який враховує вплив органічних домішок на процес очищення води, мг/дм³ ;

K_0 - коефіцієнт, який враховує вплив кисню на процес очищення води, мг/дм³ ;

a - доза активного мулу, г/дм³ ;

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
						51
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

φ - коефіцієнт, який враховує сповільнення процесу розкладу домішок за рахунок продуктів розкладу акт. мулу, $\text{дм}^3/\text{г}$;

ρ_{max} - максимальна швидкість окислення домішок активним мулом.

$$\rho = 85 * \frac{40 * 4,2}{40 * 4,2 + 0,33 * 4,2 + 0,625 * 40} * \left[\frac{1}{1 + 0,07 * 4,2} \right]$$

$$= 56,77 \text{ мг/г} * \text{год}$$

Розраховуємо загальний час окиснення органіки:

$$t_o = \frac{L_a - L_t}{Ra_R(1 - s) * \rho},$$

$$t_o = \frac{191,25 - 40}{0,53 * 5,3(1 - 0,3) * 56,77} = 1,37 \text{ год}$$

де a_R - доза активного мулу в регенераторі:

$$a_R = \left(\frac{1}{2 * R} + 1 \right) * a = \left(\frac{1}{2 * 0,53} + 1 \right) * 4,2 = 5,3 \text{ г/м}^3$$

Визначаємо період перебування води в аеротенку – час аерації:

$$t_a = \frac{2,5}{a^{0,5}} * \lg \frac{L_a}{L_t},$$

$$t_a = \frac{2,5}{4,2^{0,5}} * \lg \frac{139,16}{40} = 0,66 \text{ год}$$

Час, необхідний для регенерації аеробного мулу:

$$t_p = t_o - t_a = 1,37 - 0,66 = 0,71 \text{ год}$$

Визначаємо об'єм зони регенерації мулу:

$$V_p = t_p * Q * R,$$

$$V_p = 0,71 * 137,5 * 0,53 = 50,97 \text{ м}^3$$

Об'єм зони аерації:

$$V_a = t_a * Q * (1 + R),$$

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
						52
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V_a = 0,66 * 137,5 * (1 + 0,53) = 138,53 \text{ м}^3$$

Загальний об'єм аеротенку тоді становить:

$$V_{\text{заг}} = V_p + V_a = 50,97 + 138,53 = 189,5 \text{ м}^3$$

Встановлюємо значення приросту аеробного мулу:

$$\Pi = 0,8 * B - K^* * L_a,$$

$$\Pi = 0,8 * 84 - 0,31 * 191,25 = 126,49 \text{ мг/дм}^3$$

Розраховуємо питому витрату повітря для аеротенку:

$$D_{\text{пов}} = \frac{z * (L_a - L_t)}{k_1 * k_2 * n_1 * n_2 * (C_p - C)}$$

$$D_{\text{пов}} = \frac{1,1 * (191,25 - 40)}{1,47 * 2,68 * 1,02 * 0,75 * (10,7 - 4,2)} = 8,49 \text{ м}^3/\text{м}^3$$

Визначаємо інтенсивність барботажу:

$$I = \frac{D_{\text{пов}} * H}{t},$$

$$I = \frac{8,49 * 1}{0,66} = 12,56 \text{ м}^3/\text{м}^2 * \text{год}$$

Тоді загальна витрата повітря дорівнює:

$$D_{\text{заг}} = D_{\text{пов}} * Q,$$

$$D_{\text{заг}} = 8,49 * 3300 = 28026,9 \text{ мг}^3/\text{м}^3$$

Визначаємо габарити аеротенка-витиснювача:

Приймаємо типову глибину аеротенку $H=3,2$ м і ширину $B=4,5$ м. Тоді довжина дорівнює: $L=189,5/(3,2*4,5)= 13,2$ м.

4.9 Розрахунок третинних відстійників

В якості третинних відстійників обрано тонкошарові відстійники.

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
						53
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Робоча довжина відстійника розраховується за формулою:

$$l_p = \frac{0,012 * 5,1}{0,5 * 0,59 * \cos 55^\circ} = 0,362 \text{ м}$$

Загальна довжина тонкошарового відстійника розраховується за формулою:

$$L = 0,362 * 10 * 2 = 7,23 \text{ м}$$

Приймаємо $L=7,5$ м.

Визначаємо ширину відстійника:

$$B = \frac{137,5}{0,59 * 10 * 2 * 0,362 * 3,6} = 8,95 \text{ м}$$

Приймаємо $B=9$ м.

Площа тонкошарового відстійника:

$$F = 7,23 * 8,95 = 64,74 \text{ м}^2$$

Об'єм зони накопичування розраховується за наступною формулою:

$$W = \frac{q * t * (C - m)}{\delta},$$
$$W = \frac{137,5 * 2 * (90 - 20)}{20000} = 0,9625 \approx 1 \text{ м}^3$$

Тоді висота зони накопичення дорівнює:

$$H_{oc} = \frac{W}{F},$$
$$W = \frac{1}{64,74} = 0,015 \text{ м}$$

Приймаємо висоту відстійника $H_B=4$ м, тоді загальна висота відстійника дорівнює:

$$H = H_B + H_{oc} + 0,3 = 4 + 0,015 + 0,3 = 4,315 \text{ м}$$

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
						54
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.10 Розрахунок приймальної камери очищеної води

Приймальна камера очищеної води має форму паралелепіпеду, в технологічній схемі позначена номером 1.

Розрахунок приймальної камери:

$$Q=3406,6/86400=0,0394 \text{ м}^3/\text{с}$$

$$V = \frac{t * Q}{N}$$

$$V_{\text{оч. в.}} = \frac{3600 * 0,0394}{1} = 141,8 \text{ м}^3$$

де Q – витрата води, $\text{м}^3/\text{с}$;

t – час перебування води у камері (1 год=3600 с);

N - кількість камер, приймаємо 1.

Висоту камери приймаємо $h=4,5$ м, тоді площа камери $S=141,84/4,5=31,52 \text{ м}^2$.

Ширину приймаємо $a=4,55$ м, тоді довжина $b=7$ м. Фактичний об'єм камери становить: $V_{\text{ст.факт.}}=4,5*4,55*7=143,325 \text{ м}^3$.

4.11 Розрахунок витратного баку

В даній технологічній схемі в процесі ущільнення осадів використовується 0,2% розчин флокулянту – поліакриламід. У витратному баку одразу здійснюється приготування розчину.

Об'єм витратного баку флокулянта можна розрахувати наступним чином:

$$V_B = \frac{q * D_{\Phi} * t}{10\,000 * C_p * \rho'}$$

де V_B - об'єм витратного баку;

q – витрата води, $\text{м}^3/\text{год}$;

D_{Φ} – доза флокулянту;

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
						55
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

t – період роботи станції в годинах, який забезпечується даною кількістю реагенту;

C_p – концентрація реагенту у витратному баку (0,2), %;

ρ – щільність розчину, т/м³.

$$W_B = \frac{137,5 * 8,91 * 8}{10\,000 * 0,2 * 1} = 4,9 \text{ м}^3.$$

Обираємо висоту витратного баку $H = 1,5$ м. Площа витратного баку:

$$F = \frac{V_B}{H},$$

$$F = \frac{4,9}{2} = 2,45 \text{ м}^2.$$

Обираємо ширину витратного баку $B = 1,5$ м. Довжина витратного баку:

$$L = \frac{F}{B},$$

$$L = \frac{2,45}{1,5} = 1,63 \approx 1,7 \text{ м}.$$

4.12 Розрахунок мулонакопичувача

В мулонакопичувач надходить 99 м³ осаду на добу. Приймаємо об'єм мулонакопичувача 100 м³

$$Q = 99 / 86400 = 0,00112 \text{ м}^3/\text{с}$$

$$V = \frac{t * Q}{N}$$

$$V_{\text{оч. в.}} = \frac{28800 * 0,00112}{1} = 32,256 \text{ м}^3$$

де Q – об'єм осаду, що надходить до мулонакопичувача, м³/с;

t – час перебування води у камері (8 год=28800 с);

N – кількість камер, приймаємо 1.

Висоту мулонакопичувача приймаємо $h=3$ м, тоді площа камери $S=32,256/3=10,752 \text{ м}^2$.

Ширину приймаємо $a=3$ м, тоді довжина $b=3,6$ м. Фактичний об'єм мулонакопичувача становить $V_{\text{факт}}=3*3*3,6=32,4 \text{ м}^3$.

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
						56
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.13 Вибір мулоущільнювача

Для продуктивності даної станції з врахуванням об'єму мулу, що надходить до мулонакопичувача (99 м³/добу) доцільно буде обрати гравітаційний мулоущільнювач з додаванням флокулянту ПАА. Даний тип ущільнювача забезпечує невисокі затрати електроенергії та обробку значних об'ємів осаду. Такі ущільнювачі представлені радіальними резервуарами обладнаними шкребками та воружителями, які забезпечують розбивання мулу для його ефективнішого осадження. Обираємо Гравітаційний ущільнювач Dortmund Tank від компанії Trevi NV.

Характеристики мулоущільнювача Dortmund Tank:

- Глибина резервуару: 4 м;
- Діаметр: 3,2 м;
- Форма: Конічна;
- Нахил стінок: 50°;
- Матеріал та конструкція: нержавіюча сталь (SS304, SS316), гальванізована сталь або пофарбована м'яка сталь.

Конструкція включає ручний випускний трубопровід з клапаном для видалення осілого мулу.

4.14 Вибір декантера

Декантер в даній технологічній схемі забезпечить повне зневоднення осаду, що необхідно для полегшення подальших дій з осадом (перевезення, утилізація).

Пропонується використання декантеру Alfa Laval ALDEC G3-105 VecFlow. Принцип його роботи наведений на рис. 4.1. Дана модель має високу продуктивність, її особливістю є мінімізація турбулентності та зниження енергоспоживання до 30% порівняно з традиційними декантерами.

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
						57
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

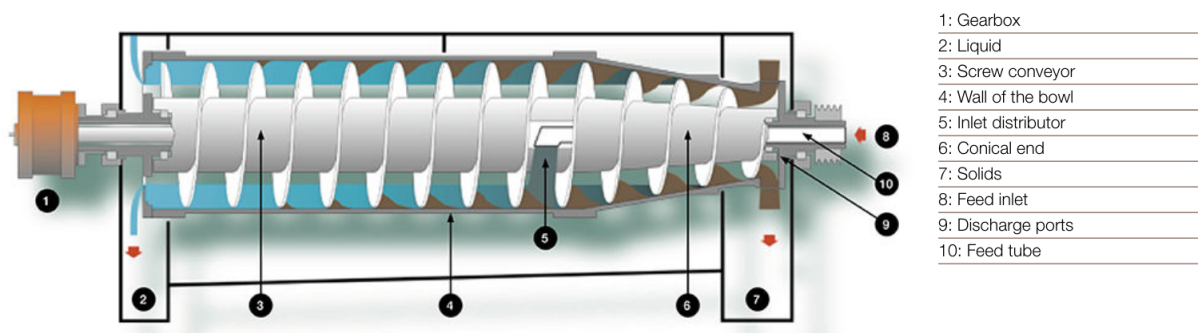


Рисунок 4.1 – Принцип роботи декантера Alfa Laval ALDEC G3-105 VecFlow

Характеристики декантеру Alfa Laval ALDEC G3-105 VecFlow:

- Габарити: 5861мм*1300мм*1696мм
- Максимальний маса: 5000 кг
- Потужність: 30-110 кВт.

4.15 Вибір насосів

Враховуючи продуктивність станції доцільно обрати насос Pedrollo F65/250A для подачі у стоків у приймальну камеру, подачі стоків на сито-барабани та для подачі і відведення стоків з метантенку.

Даний насос має наступні характеристики:

- Потужність: 45 кВт
- Продуктивність: 156 м³/год
- Напір: 95м
- Клас захисту: IP44.

Для сектору мулоущільнення пропонується шламовий вакуумний насос GNSP-10B з наступними характеристиками:

- Продуктивність: 10 м³/год;
- Діаметр подачі: 89 мм;
- Максимальна відстань відсмоктування: 50 м;
- Розмір 1283*800*1370 мм.

5. БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА

5.1. Об'ємно-планувальне рішення будівлі на очисній станції

На території очисних споруд спроектовано будівлю з приміщеннями робочого та допоміжного призначення.

Основні об'ємно-планувальні характеристики це: габарити, ширина кроків і прогону, а також висота поверху.

Дана будівля – двоповерхова. Довжина будівлі дорівнює 24,6 м, довжина кроку задана 6м – відповідно кількість кроків 4. Ширина будівлі складає 6 м. Висота поверху – 3,5 м.

Сітка колон розміщена відповідно до розбивочних осей: колони розміщені з нульовою прив'язкою до крайніх поздовжніх розбивочних осей.

У будівлі також передбачені жіночий та чоловічий санвузли із вмивальнями та душові розраховані виходячи із кількості працюючих.

5.2. Розміщення очисних споруд

Санітарно-захисна зона існуючого виробництва становить 50 м, зона очисних споруд становить 150 м. Відповідно до нормативних документів при відсутності мулових площадок на території очисних споруд розмір зони скорочується на 30%. Таким чином розмір санітарно-захисної зони буде становити 105 м.

Зважаючи на технологію, що використовується на очисних спорудах, а саме, що мулові майданчики відсутні, метантенк споруд повністю закритий, здійснюється автоматизоване відведення утвореного, в процесі життєдіяльності бактерій, біогазу на спалювання в котельні, у разі припинення роботи котла, задіяна факельна установка аварійного спалювання біогазу. Відведення запахів, що дурно пахнуть, від усереднювача, здійснюються через біофільтри з ККД до 90%. Тобто викиди від очисних споруд мінімізовані до критично малих і задовольняють вимоги до санітарно-захисної зони.

На початку схеми передбачена приймальна камера, у яку насосами подаються об'єднані потоки стічних вод з підприємства. Із приймальної

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
						59
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

камери стоки подаються насосами на сито-барабани, які розміщені в окремій допоміжній будівлі разом із насосами. Надалі рух води здійснюється самопливом до розподільного резервуара, з якого на метантенк подаються стоки також насосом. В проміжку первинний відстійник – резервуар-розподільувач споруди розміщені таким чином, що вода перетікає в кожен наступний резервуар напряду самопливом (без труб). Відстані між спорудами дотримані встановлених норм: між групами однотипних споруд – 2-3м; між різнотипними – 5-10м. Метантенк розташований на віддаленій відстані, оскільки є вибухонебезпечним об'єктом через біогаз, що у ньому виробляється. Насоси, що перекачують стоки на та з метантенку також розташовані у невеликій допоміжній будівлі. Вода з вторинного відстійника до приймальної камери рухається самопливом: проміжок вторинний відстійник-аеротенк-третинний відстійник влаштований аналогічним чином до проміжку первинний відстійник – резервуар-розподільувач: споруди розміщені впритул один до одної. З третинного відстійника вода переливається до закритої приймальної камери, що розташована на відстані 5 м, по трубі.

У цьому проекті розроблено план розміщення очисних споруд формату А1, в якому співвідношення очисних споруд становить 1:100 м.

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
						60
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6. ОХОРОНА ПРАЦІ

Даний дипломний проєкт спрямований на модернізацію станції водоочистки на київському пивоварному заводі ПрАТ «Карлсберг Україна». Згідно Закону України «Про охорону праці» було розглянуто заходи з охорони праці для працівників, робочі місця яких безпосередньо знаходяться на очисних спорудах. Оскільки станція водоочистки стічних вод знаходиться окремо від основного комплексу заводу (40 метрів за південним напрямком), робочі приміщення очисних представлені операторською та лабораторією. Лаборант (інженер-хімік) перебуває на станції водоочистки, а саме у лабораторії стічних вод, протягом восьмигодинної зміни, тому в даному розділі розглядається охорона праці в приміщенні хімічної лабораторії, яку було мною емпірично досліджено.

Лабораторія представляє собою два приміщення розташованих паралельно. Одне приміщення призначене для обробки результатів роботи: там розміщене робоче місце, що складається із робочого стола, персонального комп'ютера та стільця; шафи для документів та журналів; шафи для особистих речей. Площа даного приміщення становить 16,22 м². Друге приміщення відведене повністю під лабораторію, в якій безпосередньо проводяться аналізи; вхід в лабораторне приміщення здійснюється через перше приміщення. Площа приміщення відведеного під лабораторію становить 22,2 м². Розташовані паралельно приміщення мають віконний блок, що простягається через всю спільну стіну, для прозорості процесів у лабораторії. В лабораторному приміщенні наявне вікно в стіні по меншій стороні, в нелабораторному приміщенні – два вікна показаних: одне вікно розміщене аналогічно лабораторному приміщенню, друге – в стіні по довшій стороні приміщення. План лабораторії зображений на рис. 6.1.

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
						61
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

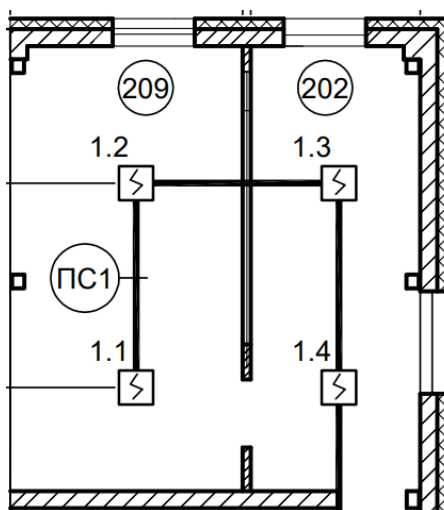


Рисунок 6.1 План лабораторії очисних споруд

В аналізованій лабораторії працює один інженер-хімік, який щодня виконує типові аналізи стічних вод, проби яких взяті на різних стадіях очистки води. План аналізів наведений у пункті, присвяченому характеристиці стічних вод. Щодня здійснюється аналіз на 4 компоненти у стічних водах: ХСК, фосфати, амоній та хлориди. Три з чотирьох аналізів проводяться за допомогою спектрофотометру швидкісними тестами, завдяки чому знижується час роботи з певними реагентами, які можуть бути небезпечними для здоров'я. Аналіз на хлориди здійснюється методом прямого титрування та не представляє небезпеки. Один раз на місяць здійснюється повний аналіз на завислі речовини, визначення рівню рН, фосфати, загальну мінералізацію, залізо, хлориди, сульфати, АПАР, жири рослинні та тваринні, амоній. Відповідно при проведенні аналізу використовується різне аналітичне обладнання та хімічні реактиви, які можуть становити потенційну небезпеку у випадках нехтування правил з техніки безпеки.

6.1 Електробезпека

Приміщення лабораторії та електрообладнання відповідають вимогам електробезпеки при роботі з устаткуванням відповідно до Правил безпечної експлуатації електроустановок споживачів, затверджених Наказом Держнаглядохоронипраці України від 09.01.98.

Персонал допускається до роботи тільки після проходження загального інструктажу з охорони праці, в який входить частина з електробезпеки. Інженер-хімік допускається до самостійної роботи в лабораторії після дублювання (стажування під наглядом) досвідченого фахівця, а також після вивчення правил безпеки, в тому числі правил використання електрообладнання.

В нелабораторному приміщенні з електротехніки наявний стаціонарний комп'ютер та кондиціонер. Також наявні два блоки розеток по 4 штуки в кожному, на яких наявні позначки вольтажу та попереджувальні знаки про наявність напруги. Біля входних дверей розташований електрощит з відповідними попереджувальними знаками, які видно на відстані не менше 3 м.

У лабораторії знаходиться аналітичне хімічне обладнання, використання якого має проводитись відповідно до вимог безпеки, які прописані в інструкціях до них. На все обладнання наявні паспорти, з якими я була ознайомена. У лабораторному приміщенні знаходиться два холодильника, один з яких призначений для прекурсорів і обладнаний електричним замком. З відносно невисоким електроспоживанням в лабораторії експлуатуються ФЕК, плитка та водяна баня з електричним нагрівачим елементом. Найбільшу небезпеку представляють сушильна шафа, муфельна піч та випалювач, які підключені до високої напруги. Також використовується багатофункціональний спектрофотометр, на якому проводиться більшість аналізів: найбільше інженер-хімік взаємодіє саме з цим прибором. Корпус спектрофотометру прорезинений, тому ризик ураження струмом від корпусу мінімальний. У приміщенні лабораторії також наявний кондиціонер.

Я зробила висновок, що за умов дотримання правил безпеки використання електричного устаткування ризик ураження для інженера-хіміка мінімальний, оскільки справність обладнання періодично перевіряється спеціалістами.

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
						63
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6.2 Пожежна безпека

Ступінь вогнестійкості будівлі, у якій розміщена лабораторія, відноситься до категорії II згідно з ДБН В.1.1-7:2016: за державними будівельними нормами, ступінь вогнестійкості – це нормована характеристика вогнестійкості споруд та будівель, яка визначається межами вогнестійкості основних будівельних конструкцій і межами поширення вогню по цим конструкціям. Згідно конструктивних характеристик будинків залежно від їхнього ступеня вогнестійкості, категорія II передбачає будинки з несучими та огорожувальними конструкціями із штучного або природного каменю, бетону, залізобетону із застосуванням листових і плитних негорючих матеріалів.

Вхідні двері в лабораторію – вогнетривкі; на них вказана категорія будівлі Г та ступінь вогнестійкості будинку. Біля виходу на видному місці розміщено план евакуації, на якому показаний напрямок найшвидшого шляху на вулицю, кнопки звукового сповіщення про пожежу та вогнегасник. Первинні засоби пожежогасіння, які застосовуються в електроустановках, відповідають Правилам пожежної безпеки України. Сам вогнегасник знаходиться під планом евакуації, біля виходу. Тип вогнегаснику – ОП-5 (порошковий). На вогнегаснику зазначена остання дата атестації. Інженеру-хіміку був проведений інструктаж з використання вогнегасника.

У лабораторії на стелі розміщені по два димових пожежних детектора VIATEC СПД-3.0 (сумарно 4 штуки в лабораторії) показаних на рис. 1. Ручний пожежний сповіщувач АРТОН SPR-1L знаходиться у спільному коридорі одразу біля дверей лабораторії.

Інженери-хіміки використовують обладнання високих температур, такі як сушильна шафа, електровипалювач, муфельна піч, плитка та водяна баня, що несуть теплову небезпеку та потребують підвищеної уваги. Використання плитки та бані здійснюється під витяжкою. Муфельна піч знаходиться під витяжкою і огорожена силіконовими шторами.

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
						64
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

За умов дотримання правил пожежної безпеки та справності обладнання ризик пожежі внаслідок дій персоналу мінімальний.

6.3 Мікроклімат робочої зони

Згідно Санітарних норм мікроклімату виробничих приміщень ДСН 3.3.6.042-99, мікроклімат передбачає умови оточуючого середовища, які впливають на тепловий обмін працівників: температура повітря, відносна вологість повітря, швидкість руху повітря, температура оточуючих працівника поверхонь та інтенсивність теплового опромінення.

Для аналізу умов праці мною було здійснено запит на отримання Звіту з атестації робочих місць за умовами праці у лабораторії стічних вод.

Станом на останню атестацію робочого місця інженера-хіміка, температура повітря за сухим термометром становила 25,6° С (нормативні рівні становлять 18-27 ° С для даного типу приміщення), відносна вологість повітря становила 38%, атмосферний тиск 746 мм рт. ст., швидкість аспірації 5 л/хв, швидкість руху повітря – 0,13 м/с. Також у лабораторії проводилось визначення сірчаної кислоти у повітрі, яка відноситься до II класу небезпеки: визначена концентрація становить менше 0,5 мг/м³, що не становить небезпеку ураження дихальних шляхів, оскільки ГДК складає 1 мг/м³.

Оскільки на робочому місці не виявлено перевищень кислоти сірчаної над її ГДК, робоче місце відповідає вимогам наказу МОЗ України №1596 від 14.07.2020. У відповідності до наказу МОЗ України від 08.04.2014 №248 Державні санітарні норми та правила «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу» робоче місце було оцінено фахівцями як допустимі умови - 2 клас.

З емпіричного досвіду відвідування лабораторії стічних вод умови праці можу охарактеризувати як комфортні, оскільки приміщення обладнане кондиціонерами та вентиляцією, а також наявний приток свіжого очищеного повітря з вулиці.

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
						65
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6.4 Освітлення

Як було зазначено вище в приміщенні лабораторії наявні 3 вікна, що забезпечують природне освітлення. Однак для роботи за комп'ютером, заповнення журналів та проведення дослідів природного освітлення не завжди достатньо, тому приміщення обладнані вмонтованими у стелю світильниками із світлодіодами, які розташовані у два ряди паралельно (по 8 світильників у кожному приміщенні). Заміри штучного освітлення проводились в точці проведення аналізів та за робочим столом: значення відповідно становили 900 та 670 люкс, при нормативному значенні згідно з ДБН В.2.5-28:2018 – 400 люкс. Оскільки значення значно перевищують нормативне за умови, що всі світильники включені, інженер-хімік може самостійно встановлювати необхідну кількість світла, адже один вмикач розрахований на 4 світильники.

З особистих спостережень можу сказати, що в сонячний день лабораторія забезпечена природнім освітленням, оскільки вікна виходять на північ у бік основної частини заводу, оббивка якого світлого кольору з металевими елементами, завдяки чому світло відбивається і рівномірно попадає в лабораторію. При роботі при штучному освітленні також можу відмітити комфорт для очей, оскільки світильники забезпечують нейтральне біле світло (4000 K).

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
						66
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

Розробка даного дипломного проекту була спрямована на вдосконалення існуючої станції очистки стоків від пивоварного заводу із продуктивністю 3300 м³/добу.

В ході виконання роботи було виявлено недосконалості очисних споруд та запропоновано шляхи вирішення проблеми недостатньої ефективності очистки води. Після аналізу особливостей стічної води до технологічної схеми було прийнято рішення додати барабанне сито із більшим розміром прорізу для затримання великих решток сировини та шматків етикеток, які попередньо ускладнювали роботу існуючого сито-барабана. Дане рішення забезпечує підвищення ефективності роботи сито-барабана з розміром прорізу 1 мм, що відповідно зменшує навантаження на наступні етапи очистки.

Було прийнято рішення додати тонкошаровий відстійник між метантенком та аеротенком для зниження навантаження на метантенк.

Систему біологічної очистки, а саме аеротенку, теж було вдосконалено шляхом додавання розподільного резервуару, з якого поступають забруднені стоки на підживлення аеробного мулу.

У даному проекті було проведено розрахунок матеріального балансу обраної технологічної схеми та, відповідно, технологічний та гідравлічний розрахунок очисних споруд. На базі отриманої інформації було розроблено план розміщення очисних споруд на території заводу включаючи допоміжну будівлю для персоналу, що обслуговує очисні споруди, та профіль руху води.

Оновлена технологічна схема забезпечить підвищення ефективності затримання забруднювачів, що дозволить досягти необхідних показників перед скидом до каналізації.

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
						67
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Пивоварний завод ПрАТ «Карлсберг Україна» в м. Києві, [Електронний ресурс]: <https://carlsbergukraine.com/>
2. «Про затвердження Правил приймання стічних вод до систем централізованого водовідведення та Порядку визначення розміру плати, що справляється за понаднормативні скиди стічних вод до систем централізованого водовідведення» <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0056-18#Text>
3. Kerry J. Howe, David W. Hand, John C. Crittenden, R. Rhodes Trussell, George Tchobanoglous (2012) PRINCIPLES OF WATER TREATMENT, Published by John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey Published simultaneously, Canada, 139-190, 193-199
<https://www.space-elements.in/wp-content/uploads/2021/12/Principles-of-Water-Treatment.pdf>
4. J. Rubio, M. L. Souza, R. W. Smith. (2002). Overview of flotation as a wastewater treatment technique, Minerals Engineering, 139-155.
5. Н.М. Толстопалова, А.Л. Концевой, І.В. Косогіна, С.А. Концевой. (2018). Технологія та обладнання одержання питної та технічної води: Фізикохімічні основи і алгоритми розрахунків процесів водопідготовки [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія», спеціалізації «Хімічні технології неорганічних речовин та водоочищення» / ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 5,347 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 8-12, 14-17.
6. Т. С. Айрапетян. (2019). Методичні рекомендації до виконання курсового проекту «Комплекс споруд з очистки стічних вод міста» (для студентів 3–5 курсів усіх форм навчання напряму 6.060103 – Гідротехніка (водні ресурси) та спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія (освітня програма «Гідротехніка (водні ресурси)»)) / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова ; 65-104.
7. В. Поліщук, С. Тарасенко, О. Сергеева. (2011). Конструктивні особливості метантенків, MOTROL, 13В, 56–61.

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
						68
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

8. Elorm Obotey Ezugbe, Sudesh Rathilal. (2020). Membrane Technologies in Wastewater Treatment: A Review, PubMed Central.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7281250/>
9. Tamana Nikbeen, Ahmad Khalid Nayab.(2023). Transformation of Traditional Wastewater Treatment Methods into Advanced Oxidation Processes and the Role of Ozonation, Journal of Ecological Engineering, 173-189.
<http://dx.doi.org/10.12911/22998993/162777>
10. Sameer Al-Asheh, Marzieh Bagheri, Ahmed Aidan. (2021). Membrane bioreactor for wastewater treatment: A review, Case Studies in Chemical and Environmental Engineering, Volume 4,
11. Гомеля М.Д. Основи проектування очисних споруд.: Навчальний посібник / М.Д.Гомеля, В.М.Радовенчик, Т.О.Шаблій. – К.: "Інфодрук", 2013. – 175 с.
12. Л.В. Крамаренко. (2008). Технологія очищення природних вод: Навчальний посібник. – Харків: ХНАМГ, 99-116
13. Л.Ф. Долина, П.Б. Машихіна, В.А. Козачина Д64 Реконструкція систем водопостачання та водовідведення: Монографія: – Дніпро: Журфонд, 2021. – 220 с.
14. 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) / Т. С. Айрапетян; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2021. – 120 с.
15. Орлов. В.О, Мартинов С. Ю, Зошук А, М. Проектування станцій прояснення та знебарвлення води. Навч. посібник. – Рівне: Національний університет водного господарства та природокористування, 2006. – 252 с.
16. Бабенко. С. П. Оцінка факторів, що впливають на ефект освітлення води в тонкошарових відстійниках
17. Орлов. В. О., Литвиненко Л. Л., Квартенко О. М. Методичні вказівки до виконання фахового курсового проекту з дисципліни «Теоретичні основи

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк. 69
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

водопідготовки промислових підприємств» для студентів спеціальності 8.060101108 «Водопостачання та водовідведення» денної та заочної форм навчання, НУВГП, 2015. – 52с.

18. Методичні вказівки до практичних робіт з дисципліни «Екологічна біотехнологія» для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти за спеціальністю 101 Екологія /Укладачі: Корнієнко І. М., Непошивайленко Н.О. – Кам'янське: ДДТУ, 2017. – 39 с

19. Гуцал І. О. Конспект лекцій з дисципліни „Технологія очистки водно-дисперсних систем”, Модуль 2: «Технологія очищення стічних вод» (для студентів 4 курсу денної форми навчання напряму підготовки 0926 –„Водні ресурси”, спеціальності 6.092600 – „Водопостачання та водовідведення”) / Укл.: Гуцал І.О. – Харків: ХНАМГ, 2009. – 93 с.

<https://eprints.kname.edu.ua>

20. Mark J. Hammer Sr, Mark J. Hammer Jr, Water and Wastewater technology, Pearson New International Edition Journal, 7th Edition, 2014. – 47 p.

21. Ковальчук В. А. Очистка стічних вод. – Рівне: ВАТ «Рівненська друкарня», - 2002. – 622.

22. Козар М. Ю. Очищення стічних вод солодового заводу від фосфатів в системі анаеробно-аеробних біореакторів / М. Ю. Козар, Л. А. Саблій // Вісник Національного університету водного господарства та природокористування. Технічні науки. - 2013. - Вип. 4. - С. 185-191. -

http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vnuvgp_tekhn_2013_4_25

23. Беляєв, В. О. Використання анаеробних реакторів при очистці стоків підприємств виробництва пива. - с. 113-114.

https://eprints.kname.edu.ua/49278/1/ilovepdf_com-114-116.pdf

24. Lise Appels, Jan Baeyens, Jan Degreè, Raf Dewil Principles and potential of the anaerobic digestion of waste-activated sludge, [Progress in Energy and Combustion Science](#) Journal, [Volume 34, Issue 6](#), December 2008, Pages 755-781

25. Козлова А. М. Біологічна очистка стічних вод в анаеробних умовах. Виробництво біогазу [Електронний ресурс] / А. М. Козлова, М. С. Кочетов, С.

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк. 70
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

О. Гринь // Молодий вчений. - 2019. - № 3(2). - С. 209-212. - Режим доступу:
[http://nbuv.gov.ua/UJRN/molv_2019_3\(2\)_5](http://nbuv.gov.ua/UJRN/molv_2019_3(2)_5)

26. Закон України «Про охорону праці»
27. Державні будівельні норми України «Будівлі і споруди. Споруди холодильників. Основи проектування» ДБН В.2.2-42:2021
28. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. ДБН В.1.1-7:2016
29. ДСТУ Б В.2.5-82:2016 Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом
30. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів, затверджені наказом Держнаглядохоронпраці України від 09.01.98 №4
31. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень ДСН 3.3.6.042-99
32. Державні санітарні норми та правила «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу»
33. Природне та штучне освітлення. ДБН В.2.5-28:2018

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
						71
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТОК А

[illegible]

ДОДАТОК Б

Формат аркуна	Зона	Позиція	Позначення	Найменування	Кіль-кість	Примітка
				Документація		
A1				Технологічна схема		
		1		Приймальна камера стічних вод	1	
		2		Барабанне сито	2	
		3		Первинний відстійник	1	
		4		Змішувач-усереднювач	1	
		5		Резервуар-розподільувач	1	
		6		Метантенк	1	
		7		Вторинний відстійник	1	
		8		Аеротенк	1	
		9		Третинний відстійник	1	
		10		Приймальна камера очищених вод	1	
		11		Мулонакопичувач	1	
		12		Мулоуцілюювач	1	
		13		Декантер	1	
		14		Витратний бак флокулянту	1	
		15-23		Насоси	9	
		I		Подача стічних вод на очисні споруди		
		II		Скид очищених вод в каналізацію		
		III		Подача води на приготування флокулянту		
		IV		Подача 100% флокулянту		
		V		Зневоднений осад на утилізацію		
		VI		Фільтрат, що повертається в приймальну камеру		
		VII		Повернення мулу в аеротенк		
				ДП ЛЕ0121.02.021 ТК		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Експлікація до технологічної схеми	
Розробив					Літ.	Арк.
Перевірив						73
Затвердив					НТУУ «КПІ», ІХФ, ЛЕ-01	

ДОДАТОК В

Формат аркуша	Зона	Позиція	Позначення	Найменування	Кількість	Примітка	
				<u>Документація</u>			
A1				<u>Блок-схема матеріального балансу</u>			
		1		Приймальна камера стічних вод	1		
		2		Барабанне сито	2		
		3		Первинний відстійник	1		
		4		Змішувач-усереднювач	1		
		5		Резервуар-розподільувач	1		
		6		Метантенк	1		
		7		Вторинний відстійник	1		
		8		Аеротенк	1		
		9		Третинний відстійник	1		
		10		Приймальна камера очищених вод	1		
		11		Мулонакопичувач	1		
		12		Мулоуцілювач	1		
		13		Декантер	1		
		14		Витратний бак флокулянту	1		
		15		Відведення шламу			
		16		Відведення осаду з вторинного відстійника			
		17		Підживлення аеротенку			
		18		Відведення осаду з вторинного відстійника			
		19		Відведення осаду з третинного відстійника			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДП ЛЕ0121.03.021		
Розробив					Літ.	Арк.	Акрушів
Перевірив						75	77
Затвердив					НТУУ «КПІ», ІХФ, ЛЕ-01		

ДОДАТОК В

		20		Повернення винесеного мулу в аеротенк		
		21		Подача мулу на зневоднення		
		22		Подача води на приготування флокулянту		
		23		Подача концентрованого флокулянту		
		24		Подача готового розчину флокунту (0,2%)		
		25		Подача обробленого осаду на повне зневоднення		
		26		Зневоднений осад на утилізацію		
		27		Повернення фільтрату в приймальну камеру		

					ДП ЛЕ0121.03.021				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розробив					Експлікація до блок-схеми матеріального балансу		Лім.	Арк.	Акрушів
Перевірів								75	77
Затвердив				НТУУ «КПІ», ІХФ, ЛЕ-01					

ДОДАТОК Г

Формат аркуша	Зона	Позиція	Позначення	Найменування	Кількість	Примітка
				Документація		
A1				План розміщення споруд на місцевості		
		1		Приймальна камера стічних вод	1	
		2		Барабанне сито 1	1	
		3		Барабанне сито 2	1	
		4		Первинний відстійник	1	
		5		Змішувач-усереднювач	1	
		6		Резервуар-розподільувач	1	
		7		Метантенк	1	
		8		Вторинний відстійник	1	
		9		Аеротенк	1	
		10		Третинний відстійник	1	
		11		Приймальна камера очищених вод	1	
		12		Мулонакопичувач	1	
		13		Мулоуцілювач	1	
		14		Декантер	1	
		I		Технічне приміщення (насосна 1)	1	
		II		Насосна 2	1	
		III		Приміщення дозування реагентів	1	
		IV		Технічне приміщення	1	
		V		Компресорна	1	
		VI		Коридор	1	
		VII		Сходова клітка	1	

					ДП ЛЕ0121.05.021 ТК			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Експлікація до плану розміщення споруд на місцевості	Літ.	Арк.	Акрушів
Розробив							76	77
Перевірив								
Затвердив								
						НТУУ «КПІ», ІХФ, ЛЕ-01		

ДОДАТОК Д

Формат аркуша	Зона	Позиція	Позначення	Найменування	Кількість	Примітка
				<u>Документація</u>		
A1				<u>Профіль руху води</u>		
		1		Приймальна камера стічних вод	1	
		2		Насос	1	
		3		Барабанне сито	2	
		4		Насос	1	
		5		Первинний відстійник	1	
		6		Змішувач-усереднювач	1	
		7		Резервуар-розподілювач	1	
		8		Насос	1	
		9		Метантенк	1	
		10		Насос	1	
		11		Вторинний відстійник	1	
		12		Аеротенк	1	
		13		Третинний відстійник	1	
		14		Приймальна камера очищених вод	1	
				ДП ЛЕ0121.06.021 ТК		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Експлікація до профілю руху води	
Розробив						
Перевірив						
Затвердив						
					НТУУ «КПІ», ІХФ, ЛЕ-01	
					Лім.	Арк.