

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

**Факультет автоматизації, промислової інженерії та екології
Кафедра екології та технології рослинних полімерів**

До захисту допущено:

В.о. завідувачки кафедри

_____ Віта ГАЛИШ

«__»_____2026р.

**Дипломний проєкт
на здобуття ступеня бакалавра
за освітньо-професійною «Екологічна безпека» спеціальності
101 «Екологія»
на тему: «Модернізація локальних очисних споруд на ПАТ НВЦ
«Борщагівський ХФЗ»**

Виконала:

Студентка IV курсу, групи ЛЕ-21
Тригуб Антоніна Петрівна _____

Керівник:

Доцент, д.т.н., доцент
Трус Інна Миколаївна _____

Консультант з розділу «Охорона праці»:

Ст. викл., к.т.н.
Ковтун Андрій Іванович _____

Рецензент:

Засвідчую, що в цьому дипломному проєкті
немає запозичень з праць інших авторів
без відповідних посилань
Студентка _____

Київ – 2026 року

Пояснювальна записка
до дипломного проєкту
на тему: «Модернізація локальних очисних споруд на ПАТ НВЦ
«Борщагівський ХФЗ»

Київ – 2026 року

ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ

№ з/п	Формат	Позначення	Найменування	Кількість листів	Примітка
1	A4		Завдання на дипломний проєкт	2	
2	A4	ДП ЛЕ2118.00.026 ПЗ	Пояснювальна записка	65	
3	A1	ДП ЛЕ2118.01.026 ТХ	Таблиця характеристик стічних вод, що надходять на очищення та вимоги до очищеної води	1	
4	A1	ДП ЛЕ2118.02.026 ТС	Технологічна схема	1	
5	A1	ДП ЛЕ2118.03.026 МБ	Блок-схема матеріального балансу	1	
6	A1	ДП ЛЕ2118.04.026 ПЦ	План розміщення очисних споруд	1	
7	A1	ДП ЛЕ2118.05.026 ПР	Поперечний розріз	1	
8	A1	ДП ЛЕ2118.06.026 ПП	Поздовжній розріз	1	

	ПІБ	Підп.	Дата			
Розробн.	Тригуб А.П.			Відомість дипломного проєкту	Лист	Листів
Керівн.	Трус І.М.					65
Консульт.	Ковтун А.І				КПІ ім.Ігоря Сікорського Каф. ЕтаТРП Гр. ЛЕ-21	
Н/контр.						
Зав.каф.	Галиш В.В.					

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Факультет автоматизації, промислової інженерії та екології

Кафедра екології та технології рослинних полімерів

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність – 101 «Екологія»

Освітньо-професійна програма «Екологічна безпека»

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувачки кафедри

_____ Віта ГАЛИШ

«__»_____2026р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проєкт студентки

Тригуб Антоніни Петрівни

1. Тема проєкту «Модернізація локальних очисних споруд на ПАТ НВЦ «Борщагівський ХФЗ», керівник проєкту Трус І.М., доцент, доктор технічних наук, доцент, затверджено наказом по університету від 19.05.2026 року № 1817-С
2. Термін подання студентом проєкту _____
3. Вихідні дані до проєкту: витрата стічних вод – 10 м³/добу; ХСК – 2500 г/м³; Хлориди – 130 г/м³; Сульфати – 100 г/м³; Фосфати - 5 г/м³; завислі речовини – 400 г/м³; сухий залишок – 850 г/м³.
4. Зміст пояснювальної записки: вступ; техніко-економічне обґрунтування; технологічні та гідравлічні розрахунки очисних споруд; будівельна частина; охорона праці; висновки; список літератури; додатки.
5. Перелік графічного матеріалу: таблиця характеристик стічних вод, що надходять на очищення та вимоги до очищених вод; технологічна схема;

блок-схема матеріального балансу; план розміщення очисних споруд;
повздовжній переріз; поперечний переріз.

6. Консультанти розділів проекту

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

7. Дата видачі завдання _____

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1	Отримання завдання	20.04 – 17.05	
2	Вибір та обґрунтування технологічної схеми	17.05 – 24.05	
3	Розрахунок матеріального балансу	24.05 – 28.05	
4	Проведення технологічних та гідравлічних розрахунків	28.05 – 31.05	
5	Оформлення розділу «Будівельна частина»	31.05 – 03.06	
6	Виконання графічного матеріалу	03.06 – 06.06	
7	Оформлення пояснювальної записки	06.06 – 09.06	

Студентка _____

Антоніна Тригуб

Керівник проекту _____

Інна ТРУС

Анотація

Дипломний проєкт на тему: «Модернізація локальних очисних споруд цеху з виробництва твердих лікарських форм ПАТ НВЦ «Борщагівський ХФЗ».

Пояснювальна записка складається з 65 сторінок, містить 15 таблиць, 6 рисунків, 11 джерел, 4 креслення та 4 додатки. Метою дипломного проєкту є розробка комплексного інженерного рішення щодо модернізації локальних очисних споруд фармацевтичного підприємства, проведення технологічних розрахунків та підбір обладнання для очищення специфічних виробничих стоків до чинних екологічних нормативів.

Пояснювальна записка містить такі структурні розділи, як вступ, техніко-економічне обґрунтування, технологічні та гідравлічні розрахунки очисних споруд, будівельна частина, охорона праці, висновки, список використаних джерел та додатки.

Графічна частина проєкту складається з чотирьох креслень, виконаних на стандартному форматі А1 в масштабі 1:100, які включають принципову технологічну схему локальних очисних споруд, план розташування технологічного устаткування всередині цеху на відмітці +0,000 м у вигляді виносного фрагмента кімнати очисних споруд, а також повздовжній і поперечний розрізи виробничої будівлі.

ЛОКАЛЬНІ ОЧИСНІ СПОРУДИ, ФАРМАЦЕВТИЧНІ СТИЧНІ ВОДИ, МОДЕРНІЗАЦІЯ, КОАГУЛЯЦІЯ, ВЕРТИКАЛЬНЕ ВІДСТОЮВАННЯ, ОКИСНЕННЯ, УЛЬТРАФІОЛЕТОВА ДЕСТРУКЦІЯ, ПЕРОКСИД ВОДНЮ.

					ЛЕ2118			
Зм.	Лист	№ док.м.	Підпис	Дата	Анотація	Літ.	Арк.вш	Арк.внів
Розроб.		Тригуб А.П.						
Перевір.		Грус І.М.					7	65
Реценз.						НТУУ "КПІ"		
Н. контр.								
Затверд.								

Annotation

Diploma project topic: «Modernization of local wastewater treatment facilities for the solid medicinal forms production unit of PJSC SPC «Borshchahivka CPP».

The explanatory note consists of 65 pages, contains 15 tables, 6 figures, 11 bibliographical sources, 4 drawings, and 4 appendices. The purpose of the diploma project is to develop a comprehensive engineering solution for the modernization of local wastewater treatment facilities (WWTF) of a pharmaceutical enterprise, to perform technological calculations, and to select equipment for the treatment of specific industrial wastewater up to current environmental standards.

The explanatory note includes such structural sections as introduction, feasibility study, technological and hydraulic calculations of treatment facilities, structural and construction section, occupational health and safety, general conclusions, list of references, and appendices.

The graphic part of the project consists of four drawings executed on standard A1 format sheets at a scale of 1:100, which include a process flow diagram of local wastewater treatment facilities, a layout of technological equipment inside the workshop at the elevation of +0.000 m in the form of a detail fragment of the treatment facilities room, as well as longitudinal and cross sections of the industrial building.

LOCAL WASTEWATER TREATMENT FACILITIES,
PHARMACEUTICAL WASTEWATER, MODERNIZATION, COAGULATION,
VERTICAL SEDIMENTATION, OXIDATION, ULTRAVIOLET
DESTRUCTION, HYDROGEN PEROXIDE.

					ЛЕ2118			
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	АНОТАЦІЯ	Літ.	Арквш	Арквшів
Розроб.		Тригуб А.П.						
Перевір.		Грус І.М.					7	65
Реценз.						НТУУ "КПІ"		
Н. КОНТР.								
Затверд.								

Зміст

ВСТУП.....	10
1. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ.....	11
1.1. Опис підприємства.....	11
1.1.1. Загальна характеристика та профіль підприємства.....	11
1.1.2. Характеристика водоспоживання та системи водовідведення.....	11
1.1.3. Джерела утворення та специфіка складних фармацевтичних стоків.....	12
1.1.4. Обґрунтування необхідності модернізації діючих ЛОС.....	13
1.2. Характеристика стічної води, вимоги до очищеної води.....	14
1.3. Вибір та обґрунтування технологічної схеми.....	16
1.4. Розрахунок матеріального балансу.....	18
1.5. Теоретичні дані про процеси, що реалізуються в обраній технології.....	25
1.6. Вплив підприємства на довкілля.....	28
2. ТЕХНОЛОГІЧНІ ТА ГІДРАВЛІЧНІ РОЗРАХУНКИ ОЧИСНИХ СПОРУД.....	34
2.1. Приймальна камера - накопичувача.....	34
2.2. Трубчастий змішувач.....	34
2.3. Вертикальний відстійник.....	35
2.4. Стабілізатор осадів.....	37
2.5. Фільтр-прес.....	38
2.6. Ємність фільтрату.....	39
2.7. Ємність накопичення відстояної води.	39
2.8. Установка УФ-ламп.....	40
2.9. Ємність накопичення відфільтрованої води.....	40
2.10. Витратні баки реагентів.....	41
2.11. Насоси підкачки.....	41
2.12. Насоси дозування реагентів.....	42
2.13. Контролер ОВП, рН.....	42

					ДП ЛЕ2118.00.026 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА.....	43
3.1. Об'ємно-планувальне вирішення будівлі.....	43
3.2. Розрахунок площі адміністративно – побутових приміщень.....	44
3.3. Конструктивне рішення будівлі.....	47
3.4. Розміщення споруд у цеху.....	49
4 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	51
4.1. Вступ.....	51
4.2. Аналіз шкідливих та небезпечних виробничих факторів та технічні заходи захисту.....	51
4.2.1. Хімічні фактори та безпека роботи з реагентами.....	52
4.2.2. Пожежна безпека та категоризація приміщення ЛОС.....	53
4.2.3. Електробезпека в умовах підвищеної вологості.....	54
4.2.4. Захист від виробничого шуму та вібрації обладнання	55
4.3. Висновки.....	56
ВИСНОВОК.....	58
Використана література.....	60
ДОДАТОК А.....	62
ДОДАТОК Б.....	63
ДОДАТОК В.....	64
ДОДАТОК Г.....	65

ВСТУП

Вода сьогодні є головним і найбільш дефіцитним ресурсом на планеті. Крім забезпечення базових життєвих процесів, вона виступає ключовим елементом у виробничих циклах практично всіх галузей економіки та побутового сектору.

Розвиток індустріального виробництва та урбанізація призводять до колосального навантаження на гідросферу. Поряд із масштабними комунальними скидами та відходами важкої промисловості, особливу небезпеку становлять специфічні стоки хімічного та фармацевтичного сектору. Через прогресуюче виснаження джерел питної води традиційні підходи до екологічної безпеки вже не працюють, що змушує інженерів модернізувати застарілі та створювати принципово нові технологічні рішення для очищення промислових стоків.

ПАТ НВЦ «Борщагівський хіміко-фармацевтичний завод» є одним із лідерів вітчизняного ринку з випуску медичних препаратів. Специфіка виробництва пов'язана з постійним утворенням стічних вод складного фізико-хімічного складу, насичених стійкими органічними сполуками та залишками активних субстанцій, які важко піддаються руйнуванню.

Цей дипломний проєкт розроблений з метою суттєво знизити техногенний тиск підприємства на довкілля. У проєкті запропоновано комплексну модернізацію діючих очисних споруд заводу. Шляхом оптимізації та об'єднання гідравлічних потоків, а також впровадження комбінації реагентних методів із фінальною фотохімічною УФ-деструкцією вдалося досягти стабільно високої якості очищення води. Такий підхід повністю відповідає сучасним концепціям раціонального та екологічно відповідального водокористування.

					ДП ЛЕ2118.00.026 ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ

1.1. Опис підприємства

1.1.1. Загальна характеристика та профіль підприємства

Публічне акціонерне товариство «Науково-виробничий центр «Борщагівський хіміко-фармацевтичний завод» (ПАТ НВЦ «Борщагівський ХФЗ») є одним із провідних, високотехнологічних та наукоємних підприємств фармацевтичної галузі України. Завод здійснює повний цикл розробки, впровадження та промислового виробництва лікарських засобів, що відповідають жорстким міжнародним стандартам належної виробничої практики.

Асортимент продукції підприємства є надзвичайно широким і включає понад сто найменувань лікарських препаратів різних фармакотерапевтичних груп. На виробничих потужностях заводу функціонують цехи з випуску:

- твердих лікарських форм (таблетки, капсули, гранули, порошки);
- рідких та м'яких форм (сиropи, суспензії, лініменти, креми, гелі, мазі);
- стерильних розчинів та ліофілізатів для ін'єкцій.

Виробнича структура підприємства поєднує в собі потужний науково-дослідний комплекс, аналітичні та мікробіологічні лабораторії, а також допоміжні підрозділи (дільниці підготовки технологічної води, пароемульсійні вузли, склади сировини та готової продукції). Висока інтенсивність використання хімічних речовин, активних фармацевтичних інгредієнтів, допоміжних матеріалів та засобів інтенсивної санітарної обробки обладнання зумовлює значне техногенне навантаження на об'єкти довкілля, зокрема на міську систему водовідведення.

1.1.2. Характеристика водоспоживання та системи водовідведення

Водозабезпечення ПАТ НВЦ «Борщагівський ХФЗ» здійснюється з централізованої системи міського водопроводу. Вода на підприємстві використовується за кількома основними напрямками:

					ДП ЛЕ2118.00.026 ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Технологічні потреби: приготування розчинів лікарських засобів, отримання води очищеної та води для ін'єкцій, охолодження реакторного та теплообмінного обладнання.
2. Допоміжні потреби: миття технологічного обладнання (реакторів, змішувачів, ємностей, фасувальних ліній), вологого прибирання чистих приміщень, робота систем вентиляції та кондиціювання повітря, генерація пари.
3. Господарсько-побутові потреби: забезпечення санітарно-гігієнічних умов для персоналу підприємства.

Відповідно до характеру використання води, на заводі сформована роздільна система водовідведення, яка розділяє потоки на господарсько-побутові, умовно-чисті та концентровані виробничі стічні води. Саме остання категорія стоків потребує обов'язкового попереднього очищення на локальних очисних спорудах підприємства перед скиданням у міську каналізаційну мережу міста Києва, оскільки прямий скид таких вод загрожує порушенням біологічних процесів на загальноміських очисних спорудах.

1.1.3. Джерела утворення та специфіка складних фармацевтичних стоків

Виробничі стічні води Борщагівського ХФЗ формуються нерівномірно протягом доби, що пов'язано з циклічним (періодичним) характером роботи більшості технологічних ліній. Основними джерелами утворення забруднених рідких потоків є промивні води, що утворюються під час первинного ополіскування реакторів-змішувачів та ліній розливу від залишків мазей, сиропів та густих екстрактів. Ці стоки характеризуються екстремально високими значеннями хімічного споживання кисню, великою концентрацією завислих речовин, жирів та поверхнево-активних речовин.

Специфічною особливістю стічних вод заводу є присутність у їхньому складі біологічно активних речовин, антибіотиків та гормональних компонентів навіть у мікроконцентраціях. Ці речовини мають високу стійкість до природного самоочищення та біодеградації. Окрім того, через часту зміну

					ДП ЛЕ2118.00.026 ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

номенклатури продукції, що випускається, склад стоків постійно коливається, що вимагає гнучких та надійних методів очищення.

1.1.4. Обґрунтування необхідності модернізації діючих ЛОС

Існуючий комплекс локальних очисних споруд підприємства, що проектувався за традиційними схемами, на сьогодні не забезпечує стабільного виконання сучасних «Правил приймання стічних вод до системи централізованого водовідведення». Головними недоліками поточної схеми є:

1. Гідравлічна дестабілізація: наявність двох паралельних незалежних ліній транспортування різних категорій стоків від цехів до накопичувачів призводить до перевантаження окремих вузлів, неефективного використання об'ємів ємностей та перевитрати енергоресурсів на дублюючі насосні групи.
2. Низька ефективність видалення розчиненої органіки: традиційне реагентне осадження не здатне зруйнувати стійкі циклічні та ароматичні структури фармацевтичних субстанцій, через що показник ХСК на виході часто перевищує дозволені нормативи.
3. Проблема утилізації шламів: утворення великої кількості обводненого осаду, який важко зневоднюється гравітаційним шляхом і потребує значних витрат на вивезення та захоронення.

У зв'язку з цим, радикальним інженерним рішенням є модернізація технологічного ланцюга ЛОС. Запропоноване у проекті об'єднання двох вхідних потоків в один загальний колектор дозволяє збалансувати концентрації забруднень, стабілізувати рН за рахунок взаємної нейтралізації стоків, а також значно спростити комунікації та автоматизацію об'єкта. Запропонована технологічна схема гарантує деструкцію стійких токсикантів, забезпечуючи екологічну безпеку та високу економічну ефективність роботи модернізованих локальних очисних споруд ПАТ НВЦ «Борщагівський ХФЗ».

					ДП ЛЕ2118.00.026 ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2. Характеристика стічної води, вимоги до очищеної води

Вимоги до якості очищеної води та нормативні показники стічних вод є базовим критерієм для оцінки ефективності роботи локальних очисних споруд ПАТ «НВЦ «БХФЗ», оскільки вони безпосередньо забезпечують екологічну безпеку та відповідність підприємства суворим санітарно-гігієнічним стандартам фармацевтичної галузі.

Показники стічної води, що поступає на локальні очисні споруди наведено в таблиці 1.2.1.

Таблиця 1.2.1. – Показники стічної води.

Показник	Значення
Витрата стічних вод, м ³ /добу	10
ХСК, мгО ₂ / дм ³	2000 - 3000
Температура, °C	20 - 25
ОВП, mV	50 - 300
pH, од. pH	6,5 - 9
Завислі речовини, мг/ дм ³	200 – 600
ПАР, мг/дм ³	15 – 50
Сульфати, мг/дм ³	50 – 150
Хлориди, мг/дм ³	60 – 200
Фосфати, мг/дм ³	10 – 40
Азот амонійний, мг/дм ³	10 – 35
Нітроти та нітрати, мг/дм ³	2 – 10
Загальне залізо, мг/дм ³	0.5 – 3.0
Нафтопродукти та жири, мг/дм ³	5 – 20

Вимоги до очищеної стічної води наведено в таблиці 1.2.2.

					ДП ЛЕ2118.00.026 ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.2.2. – Допустимі концентрації забруднюючих речовин у стічних водах, які скидаються до міської каналізації м. Київ

Показники якості стічних вод	Одиниця виміру	Допустима концентрація
Температура	°C	не вище 40
pH	одиниць pH	6,5-9
Хімічне споживання кисню (ХСК)	г/м ³	500
Хлориди	г/м ³	240
Сульфати	г/м ³	380
Фосфати	г/м ³	8
Сухий залишок	г/м ³	1000
Завислі речовини	г/м ³	300

1.3. ВИБІР ТА ОБГРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ

Технологічна схема очищення стічних вод цехів №1, №3 та дільниці виробництва твердих лікарських форм призначена для видалення механічних домішок, завислих речовин, органічних сполук, залишків фармацевтичних компонентів і знезараження очищених стоків перед їх скиданням до міської каналізаційної мережі. Схема включає комплекс фізико-хімічних та дезінфекційних процесів, які забезпечують зниження концентрації забруднювальних речовин до нормативних показників (рис. 2.4.1).

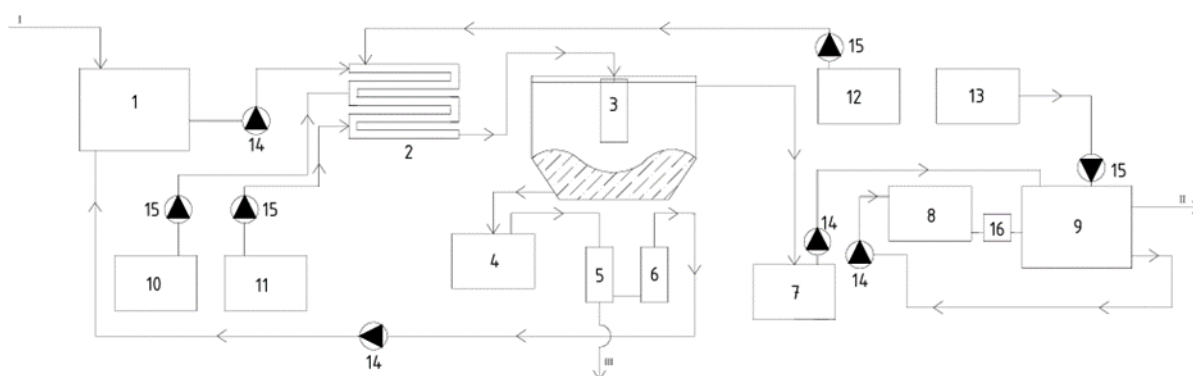


Рисунок 2.4.1 – Технологічна схема очистки стічних вод цехів №1, 3, дільниці виробництва твердих лікарських форм

1 – Накопичувач стічних вод; 2 – Трубчастий змішувач; 3 – Відстійник; 4 – Стабілізатор осадів; 5 – Контейнер зневоднення осадів; 6 – Ємність фільтрату; 7 – Ємність накопичення відстояної води; 8 – Установка УФ-ламп; 9 – Ємність накопичення відфільтрованої води; 10 – Ємність приготування коагулянту; 11 – Ємність приготування флокулянту; 12 – Ємність приготування соди; 13 – Ємність дозування перекису водню; 14 – Насоси підкачки; 15 – Насоси дозування реагентів; 16 – Контролер рівнів ОВП і рН.

Запропонована технологічна схема модернізації локальних очисних споруд ПАТ НВЦ «Борщагівський ХФЗ» передбачає комплексну реагентну та фотохімічну обробку стічних вод із зацикленою системою обробки утворюваних осадів і фільтрату. Технологічний процес очищення стічної води та шламу відбувається у такій послідовності:

Виробничі стічні води фармацевтичного цеху самотпливом або під тиском надходять у Накопичувач стічних вод (1), який виконує роль гідравлічного усереднювача витрати та концентрацій забруднюючих речовин. З накопичувача стічна вода за допомогою Насосів підкачки (14) подається на очищення.

Безпосередньо на напірному трубопроводі встановлено компактний Трубчастий змішувач (2). У цей змішувач за допомогою Насосів дозування реагентів (15) безперервно впорскуються робочі розчини з реагентного блоку, який складається з Ємності приготування коагулянту (10), Ємності приготування соди (12) та Ємності приготування флокулянту (11). У середині трубчастого змішувача за рахунок статичних елементів відбувається миттєве завихрення потоку і рівномірний розподіл хімікатів у об'ємі води для інтенсивної коагуляції та нейтралізації середовища.

Далі реагентована суміш спрямовується у вертикальний Відстійник (3). Тут відбувається гравітаційне розділення фаз: скоагульовані забруднення та важкі пластівці шламу осідають у нижню конічну частину, а прояснена вода через верхній збірний лоток виходить зі споруди.

Відстояна вода з верхньої зони відстійника самотпливом переливається в Ємність накопичення відстояної води (7), яка забезпечує рівномірність подальшої подачі на деструкцію стійких хімічних сполук. З цієї ємності вода черговим Насосом підкачки (14) транспортується на головний вузол глибокого окиснення.

Перед входом в ультрафіолетовий блок у потік води через Насос дозування реагентів (15) з Ємності дозування перекису водню (13) подається концентрований окиснювач. Суміш води та перексиду надходить в Установку УФ-ламп (8), де під дією потужного жорсткого ультрафіолетового

					ДП ЛЕ2118.00.026 ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

випромінювання активується перекис водню з утворенням надпотужних гідроксильних радикалів. Відбувається повна деструкція, розщеплення та фотохімічний розпад стійких молекул лікарських засобів та інших фармацевтичних токсикантів. Повністю очищена вода виходить з реактора і збирається в Ємності накопичення відфільтрованої (очищеної) води (9), звідки прямує на скид у міську каналізаційну мережу.

Реагентний шлам, що накопичується на дні Відстійника (3), під гідростатичним тиском періодично вивантажується в Стабілізатор осадів (4). У стабілізаторі здійснюється постійна аеробна обробка шламів повітрям. Це запобігає загниванню осаду, мінералізує його органічну частину та покращує водовіддачу.

Стабілізований та ущільнений шлам подається в Контейнер зневоднення осадів (5) обладнаний фільтр-пресом, де відбувається механічне відділення води. Зневоднений до щільного стану осад накопичується в контейнері та періодично вивозиться з території підприємства на утилізацію.

Рідка фаза, яка виділяється при віджиманні осаду (фільтрат), самопливом збирається у підземну Ємність фільтрату (6). У міру заповнення цієї ємності, вбудований у неї дренажний насос автоматично перекачує накопичений висококонцентрований фільтрат назад у головний Накопичувач стічних вод (1) для проходження повного повторного циклу очищення, що забезпечує безвідхідну та замкнену роботу очисних споруд за рідкою фазою.

1.4. Розрахунок матеріального балансу

В таблиці 1.4.1 наведено вихідні дані до розрахунку матеріального балансу.

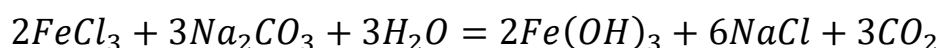
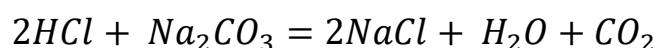
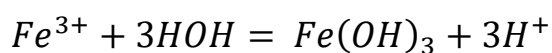
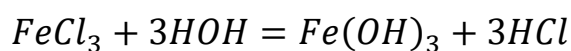
					ДП ЛЕ2118.00.026 ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.4.1 – Вихідні дані до розрахунку матеріального балансу

Назва показника	Одиниці вимірювання	Значення
Витрата води	м ³ /добу	10
Час роботи станції	год	24
pH	од. pH	9
Термін ущільнення осаду	год	24
Концентрація завислих речовин	мг/дм ³	300
ХСК	мгО ₂ / дм ³	2000
ОВП	mV	300
Концентрація коагулянту в баку	%	4
Концентрація флокулянту в баку	%	0,05
Концентрація соди в баку	%	8
Концентрація пергідролу в баку	%	35,7
Концентрація коагулянту до розведення	%	40

Розрахунок матеріального балансу здійснюється за блок-схемою, наведеною на рисунку 1.4.1.

Процеси очищення стічних вод в обраній технологічній схемі описуються наступними рівняннями реакцій:



					ДП ЛЕ2118.00.026 ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$D(\text{ПАА}) = 0,354 \frac{\text{мг}}{\text{дм}^3}$$

Тоді:

$$M(\text{ПАА}) = Q * D(\text{ПАА}) = 10 * 0,354 = 0,00354 \frac{\text{кг}}{\text{добу}}$$

Дозу кальцинованої соди приймаємо на рівні $40 \frac{\text{мг}}{\text{дм}^3}$ виходячи з розрахунку стехіометричних коефіцієнтів рівняння реакції нейтралізації кислоти, що виділяється при гідролізі:

$$M(\text{FeCl}_3) = 162,2 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$$

$$M(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 106,0 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$$

Згідно з рівнянням реакції, наведеним вище, на 2 моль коагулянту необхідно 3 моль соди, тому:

$$2 \text{ моль} * 162,2 \frac{\text{г}}{\text{моль}} = 324,4 \text{ г}$$

$$3 \text{ моль} * 106,0 \frac{\text{г}}{\text{моль}} = 318 \text{ г}$$

Тоді:

$$\frac{324,4}{318} = \frac{0,98}{1}$$

Звідси теоретична доза соди становить орієнтовно:

$$D(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 35 \frac{\text{мг}}{\text{дм}^3} * 0,98 = 34,3 \frac{\text{мг}}{\text{дм}^3}$$

Враховуючи потенційні похибки обладнання і підвищення рН стічної води дозу соди приймаємо як:

					ДП ЛЕ2118.00.026 ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$D(Na_2CO_3) = 40 \frac{\text{мг}}{\text{дм}^3}$$

Для зниження рівня ХСК, і, відповідно, ОВП, приймаємо дозу пергідролу як:

$$D(H_2O_2) = 164 \frac{\text{мг}}{\text{дм}^3}$$

Тоді:

$$M(H_2O_2) = Q * D(H_2O_2) = 10,00951 * 164 = 1,64 \frac{\text{кг}}{\text{добу}}$$

Враховуючи вхідну концентрацію р-ну коагулянту 40% об'єм робочого розчину коагулянту розраховуємо як:

$$V(\text{р. р.}_{FeCl_3}) = \frac{0,354}{0,04} = 8,75 \frac{\text{л}}{\text{добу}}$$

Об'єм концентрованого коагулянту розраховуємо як:

$$V(\text{конц. р.}_{FeCl_3}) = \frac{0,875}{1,42} = 0,616 \frac{\text{л}}{\text{добу}}$$

Тоді об'єм води на розведення коагулянту:

$$V(\text{розв.}_{FeCl_3}) = 8,75 - 0,616 = 8,134 \frac{\text{л}}{\text{добу}}$$

Об'єм води на розведення сухого флокулянту (поліакриламід):

$$V(\text{розв. ПАА}) = \frac{3,54}{50} * 100 = 7 \frac{\text{л}}{\text{добу}}$$

Так як вміст робочої речовини (ПАА) в робочому розчині дуже малий (0,05 %), об'єм робочого розчину флокулянту приймаємо як $7 \frac{\text{л}}{\text{добу}}$.

Необхідна концентрація робочого розчину кальцинованої соди становить 8%, тому:

					ДП ЛЕ2118.00.026 ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V(\text{соди}) = \frac{0,4}{20} * 250 = 5 \frac{\text{л}}{\text{добу}}$$

Об'єм робочого розчину соди приймаємо як об'єм води, поданої на розведення.

Враховуючи густину розчину пергідролу концентрацією $35,7 \frac{\text{мг}}{\text{дм}^3}$, маса витраченої речовини становить:

$$M(H_2O_2) = \frac{1,64}{0,357} = 4,59 \frac{\text{кг}}{\text{добу}}$$

Тоді об'єм робочого розчину становить:

$$V(\text{р. р. } H_2O_2) = \frac{4,59}{1,135} = 4,04 \frac{\text{л}}{\text{добу}}$$

Прийmemo ефективність затримки завислих речовин у відстійнику як 95%, тоді:

$$M_{\text{з.р.}} = 10 * 300 * 0,95 = 2,85 \frac{\text{кг}}{\text{добу}}$$

Масу осаду $Fe(OH)_3$ розраховуємо як:

$$M_{\text{осад}} = 0,354 * 0,658 = 0,23 \frac{\text{кг}}{\text{добу}}$$

Тоді загальна маса сухої речовини:

$$M_{\text{с.р.}} = 2,85 + 0,23 = 3,08 \frac{\text{кг}}{\text{добу}}$$

Вологість осаду прийmemo як 98%, тоді його об'єм становитиме:

$$V(\text{осаду}) = \frac{3,08}{100 - 98} * 100 = 154 \frac{\text{л}}{\text{добу}}$$

Маса зневодненого осаду за умови зменшення вологості до 75% становитиме:

					ДП ЛЕ2118.00.026 ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$M_{\text{осаду}} = \frac{3,08}{100 - 75} = 12,32 \frac{\text{кг}}{\text{добу}}$$

Тоді об'єм фільтрату, що повернеться в голову схеми очищення становитиме:

$$V(\text{фільтрату}) = 154 - 11,2 = 142,8 \frac{\text{л}}{\text{добу}}$$

Результат розрахунку матеріального балансу вказано в таблиці 2.3.2.

Таблиця 2.3.2 – Розрахунок матеріального балансу

Назва потоку	Значення потоку	
	м³/добу	т/добу
1	2	3
Подача води до очищення	10	
Подача води на розведення коагулянту	0,008134	
Подача води на розведення флокулянту	0,007	
Подача води на розведення соди	0,005	
Подача робочого розчину коагулянту	0,00875	
Подача робочого розчину флокулянту	0,007	
Подача робочого розчину соди	0,005	
Подача робочого розчину пергідролію	0,00404	
Подача води на змішувач	10,14276	
Подача води на стабілізатор осадів	10,16351	
Подача води на ємність накопичення відфільтрованої води	10,00951	
Подача стоків на контейнер зневодення осадів	0,154	
Подача шламу на утилізацію		0,01232
Подача фільтрату на повторну очистку	0,14276	
Скид очищеної води в міську каналізацію	10,01355	

1.5. Теоретичні дані про процеси, що реалізуються в обраній технології

У поданій технологічній схемі очищення стічних вод цехів №1, №3 та дільниці виробництва твердих лікарських форм реалізовано багатоступеневу систему фізико-хімічного та дезінфекційного очищення, яка послідовно забезпечує видалення широкого спектра забруднювальних речовин фармацевтичного походження, включаючи завислі частинки, колоїдні системи, розчинені органічні сполуки, залишки активних фармацевтичних інгредієнтів, а також мікробіологічні забруднення. Загальна логіка процесу побудована таким чином, щоб на кожному наступному етапі навантаження на очищувальні споруди зменшувалося, а ступінь стабілізації та доведення води до нормативних показників поступово зростала.

На початковій стадії стічні води надходять до накопичувача, який виконує одразу декілька важливих технологічних функцій. Передусім він працює як буферна ємність, що згладжує коливання витрати стоків, характерні для фармацевтичного виробництва, де скиди можуть бути нерівномірними у часі та за концентрацією забруднень. Завдяки цьому зменшується ризик гідравлічних перевантажень наступних споруд. Одночасно в накопичувачі відбувається первинне усереднення складу стічних вод, тобто часткове вирівнювання концентрацій органічних і неорганічних компонентів. Це критично важливо для забезпечення стабільної ефективності подальших реакцій коагуляції та флокуляції, оскільки ці процеси є чутливими до коливань рН, солевого складу та органічного навантаження. Додатково на цьому етапі здійснюється контроль та корекція рН, що дозволяє створити оптимальні умови для хімічної обробки: при неправильному значенні кислотності коагулянти можуть втрачати ефективність або утворювати нестабільні осади.

Далі стічні води насосом подаються до трубчастого змішувача, де починається ключовий етап інтенсивної фізико-хімічної обробки. У цей потік дозовано вводяться коагулянти та флокулянти, попередньо приготовані у спеціальних ємностях у вигляді робочих розчинів. Коагуляція є процесом

					ДП ЛЕ2118.00.026 ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

дестабілізації колоїдної системи: дрібнодисперсні частинки, що зазвичай мають електричний заряд і відштовхуються одна від одної, втрачають свою стійкість через нейтралізацію зарядів. У результаті цього мікрочастинки починають зближуватися і утворювати первинні агрегати. Далі вступає в дію флокуляція, яка полягає у формуванні більших і більш міцних структур – пластівців. Флокулянти, як правило полімерної природи, “зв’язують” дрібні агрегати між собою, утворюючи об’ємні структури, які значно легше осаджуються під дією гравітації. У трубчастому змішувачі забезпечується інтенсивний гідродинамічний режим, що гарантує рівномірний розподіл реагентів і максимальний контакт їх із забрудненнями, що є критичним для ефективності подальшого відстоювання.

Після завершення реакцій коагуляції та флокуляції потік надходить до відстійника, де реалізується процес гравітаційного розділення твердої та рідкої фаз. Тут під дією сили тяжіння утворені пластівці осаду, які мають підвищену щільність, осідають на дно споруди, формуючи осадовий шар. Верхня частина відстійника містить освітлену воду, яка вже значно очищена від завислих речовин і частини органічних домішок. Якість процесу відстоювання прямо залежить від попередньої стадії коагуляції, оскільки правильно сформовані пластівці визначають швидкість осадження та ступінь очищення.

Утворений осад надходить до стабілізатора, де відбувається його ущільнення та часткова стабілізація. На цьому етапі з осаду видаляється частина вільної води, зменшується його об’єм і підвищується структурна стабільність. Це важливо для подальшого механічного зневоднення, оскільки дозволяє знизити енергетичні витрати та підвищити ефективність видалення вологи. Далі осад подається до установки зневоднення, де відбувається інтенсивне механічне видалення води за допомогою прес-фільтру. У результаті формується твердий зневоднений залишок, який має значно менший об’єм і може бути легше утилізований або переданий на спеціалізовані полігони чи підприємства для подальшої обробки. Фільтрат, який утворюється в процесі зневоднення, містить

					ДП ЛЕ2118.00.026 ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

розчинені домішки і тому повертається в систему очищення, що дозволяє зменшити втрати води та підвищити загальну ефективність процесу.

Освітлена вода після відстійника надходить до накопичувальної ємності, яка виконує роль проміжного буфера перед стадією знезараження. Тут відбувається вирівнювання потоку перед подальшою обробкою, а також додатковий контроль базових фізико-хімічних параметрів. Далі вода подається на установку ультрафіолетового знезараження, де реалізується процес фізичної дезінфекції без використання хімічних реагентів. Ультрафіолетове випромінювання пошкоджує ДНК та РНК мікроорганізмів, що призводить до їх інактивації та втрати здатності до розмноження. Перевагою цього методу є відсутність побічних хлорорганічних сполук, які можуть утворюватися при традиційному хлоруванні, що особливо важливо для фармацевтичних стічних вод.

Після знезараження вода надходить до накопичувальних ємностей очищеної води, де здійснюється контроль ключових параметрів якості, зокрема рН та окисно-відновного потенціалу. ОВП є важливим індикатором ступеня окисненості середовища і дозволяє оцінити залишкову концентрацію окиснювальних або відновлювальних агентів. За необхідності на цьому етапі проводиться коригування складу води для доведення її параметрів до нормативних вимог.

Окремо застосовується перекис водню як окиснювальний агент для додаткового зменшення концентрації органічних забруднювачів, які могли залишитися після основних стадій очищення. Перекис водню у водному середовищі утворює активні радикали, які здатні руйнувати складні органічні молекули, зокрема залишки фармацевтичних сполук. Таким чином відбувається глибше доочищення стічної води до рівня, що відповідає екологічним нормативам.

Завершальним етапом є контроль якості та скидання очищеної води у

					ДП ЛЕ2118.00.026 ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

міську каналізаційну мережу. Уся система працює як інтегрований багатоступеневий комплекс, де механічні, фізико-хімічні та окисно-відновні процеси взаємодоповнюють один одного. Це забезпечує високу ефективність очищення фармацевтичних стічних вод, мінімізацію екологічного навантаження та відповідність сучасним вимогам природоохоронного законодавства.

1.6. Вплив підприємства на довкілля

ПАТ НВЦ «Борщагівський хіміко-фармацевтичний завод» є великим сучасним багатопрофільним підприємством, діяльність якого поєднує розробку, хімічний синтез та масове виробництво готових лікарських засобів. Фармацевтичне виробництво такого масштабу належить до хімічної галузі з підвищеним екологічним навантаженням. Це зумовлено одночасним використанням значних обсягів різноманітних органічних та неорганічних реагентів, технологічних розчинників, допоміжних матеріалів, а також цільовим синтезом складних біологічно активних речовин. Технологічні процеси заводу супроводжуються утворенням багатокомпонентних викидів в атмосферне повітря, скидів висококонцентрованих стічних вод у водні об'єкти (або міську каналізаційну мережу з подальшим навантаженням на очисні споруди) та формуванням специфічних, зокрема небезпечних, твердих промислових відходів. У процесі виготовлення лікарських засобів на підприємстві активно використовуються активні фармацевтичні інгредієнти (API), допоміжні речовини (наповнювачі, зв'язуючі, барвники, стабілізатори) та велика номенклатура розчинників. Серед найпоширеніших технологічних органічних розчинників, які використовуються в процесах екстракції, очищення, кристалізації та покриття таблеток оболонками, і потенційно можуть потрапляти в екосистеми, слід виділити: аліфатичні спирти (етанол, ізопропанол, метанол); кетони (ацетон); складні ефіри (етилацетат); хлоровані вуглеводні (дихлорметан); ароматичні вуглеводні (толуол, ксилол); нітрили (ацетонітрил). Ці сполуки мають високу леткість і здатні формувати стійкі вогнища забруднення атмосферного повітря при випаровуванні з обладнання. Крім

					ДП ЛЕ2118.00.026 ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

розчинників, у викидах і скидах заводу присутні залишки самих біологічно активних речовин. Специфіка БХФЗ включає наявність у відходах таких груп сполук, як: антибіотики та протимікробні засоби (пеніциліни, цефалоспорини, тетрацикліни, макроліди, фторхінолони); нестероїдні протизапальні препарати (ібупрофен, диклофенак, напроксен); анальгетики та антипіретики (парацетамол, метамізол натрію); психотропні та нейротропні речовини (антидепресанти, такі як флуоксетин, заспокійливі та транквілізатори); серцево-судинні та антигіпертензивні препарати; гормональні сполуки (зокрема, кортикостероїди та синтетичні естрогени).

Забруднення атмосферного повітря внаслідок діяльності Борщагівського ХФЗ має як органічну, так і неорганічну природу. Воно формується безпосередньо в технологічних циклах: під час хімічного синтезу АРІ, випаровування розчинників у процесах грануляції та сушіння, подрібнення сухої сировини, змішування компонентів, а також під час сухого фасування й пакування готових лікарських форм (таблеток, капсул, порошків). Крім того, значним джерелом емісії є процеси миття та санітарної обробки реакторів, ємностей і ліній розливу з використанням спиртів та мийних засобів. Основними стаціонарними джерелами атмосферних викидів на підприємстві є: реакторні відділення цехів синтезу; сушильні установки (включаючи сушарки киплячого шару); ділянки таблетування, капсулювання та фасування порошків; лабораторні витяжні системи; складські приміщення зберігання рідких хімікатів і розчинників. Головними забруднювачами атмосфери є леткі органічні сполуки (ЛОС). Такі речовини, як ацетон, етанол, ізопропанол, толуол, ксилол, дихлорметан та етилацетат, надходять у повітря у вигляді парів або дрібнодисперсних аерозольних сумішей. Потрапляючи в приземний шар атмосфери, ЛОС не лише погіршують якість повітря, але й можуть вступати у фотохімічні реакції, сприяючи утворенню токсичного поверхневого озону та смогу. Окрему, найбільш критичну з точки зору біологічної безпеки групу викидів становить аерозольний пил, що містить дрібнодисперсні частинки

					ДП ЛЕ2118.00.026 ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

активних фармацевтичних інгредієнтів (API). Під час пресування таблеток або фасування антибіотиків (наприклад, амоксициліну, доксицикліну), анальгетиків (парацетамолу) та серцевих засобів у повітря робочої зони, а за недостатньої очистки – і в навколишнє середовище, виділяється специфічний пил. Потрапляння цих частинок в атмосферу створює серйозний ризик інгалаційного та алергенного впливу на персонал підприємства, а також на населення прилеглих житлових масивів Києва. Це може викликати сенсibilізацію організму, хронічні респіраторні захворювання або розвиток резистентності до медикаментів (у випадку пилу антибіотиків). Для мінімізації та локалізації цих ризиків на БХФЗ впроваджено сучасні багатоступеневі системи вентиляції та газоочистки. Проте загальна екологічна ефективність цих споруд критично залежить від рівня герметизації технологічного обладнання, регулярності заміни фільтрувальних елементів та суворого дотримання технологічного регламенту.

Стічні води Борщагівського хіміко-фармацевтичного заводу є одним із найбільш складних, концентрованих та небезпечних типів промислових стоків. Їх складність зумовлена багатокомпонентністю, високими показниками хімічного (ХСК) та біологічного (БСК) споживання кисню, а також наявністю речовин, що погано піддаються звичайному біологічному розкладу. Утворення стічних вод на підприємстві відбувається в результаті таких процесів: первинне промивання хімічних реакторів та технологічних ліній після закінчення циклу виробництва конкретного препарату; дезінфекція та санітарна обробка обладнання, підлоги й стін виробничих приміщень; функціонування лабораторій контролю якості та дослідно-промислових ділянок; відведення конденсату з сушильних та дистиляційних установок; загальногосподарські та побутові потреби підприємства. До складу виробничих стоків заводу потрапляють залишки органічних розчинників (особливо метанолу, етанолу, ацетону та слідові кількості дихлорметану), значні обсяги поверхнево-активних речовин (ПАР), що використовуються для миття, солі неорганічних кислот, луки (для корекції pH), а також екстремально токсичні для водних екосистем активні

					ДП ЛЕ2118.00.026 ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

фармацевтичні сполуки. Серед виявлених мікрозабруднювачів водного середовища найбільшу загрозу становлять:

- Антибіотики (ампіцилін, цефтріаксон, тетрациклін, ципрофлоксацин). Навіть у слідових концентраціях вони чинять потужний селективний тиск на мікрофлору водойм, стимулюючи розвиток бактерій, стійких до антибіотиків, що є глобальною загрозою для охорони здоров'я.
- Гормональні препарати (наприклад, етинілестрадіол). Вони є ендокринними руйнівниками. Потрапляючи у водойми, вони навіть у мікроконцентраціях викликають фемінізацію самців риб, порушують репродуктивні цикли водних організмів, що призводить до деградації популяцій.
- Нестероїдні протизапальні засоби (диклофенак, ібупрофен). Мають виражену хронічну токсичність для вищих водних організмів, викликаючи серйозні патології нирок, печінки та некроз тканин у риб і земноводних.
- Психотропні та нейроактивні речовини (діазепам, флуоксетин). Змінюють поведінкові реакції гідробіонтів (наприклад, пригнічують інстинкт самозбереження або міграційну активність риб).

Після первинної локальної очистки стоки зазвичай скидаються в міську систему каналізації для фінішного очищення на Бортницькій станції аерації. Проте класичні споруди біологічної очистки не розраховані на ефективне руйнування синтетичних лікарських засобів. Фармацевтичні мікрозабруднювачі проходять крізь них транзитом, частково сорбуючись на мулі, а частково потрапляючи у Дніпровський басейн, що спричиняє стійке довготривале забруднення поверхневих вод.

Вплив Борщагівського ХФЗ на ґрунти та підземні гідрологічні горизонти носить переважно опосередкований характер, проте є потенційно небезпечним через ризик накопичення токсикантів у геохімічному профілі. Цей вплив

					ДП ЛЕ2118.00.026 ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

реалізується через утворення, накопичення, транспортування та утилізацію великої кількості твердих і пастоподібних промислових відходів. Номенклатура твердих відходів фармацевтичного виробництва БХФЗ включає: некондиційні або протерміновані партії готових лікарських засобів та брак продукції; залишки відпрацьованої хімічної сировини та технологічних субстанцій; використані фільтрувальні матеріали (паперові, тканинні, полімерні фільтри) та відпрацьоване активоване вугілля з систем очищення повітря і води, насичене токсичними речовинами; шламові осади, що утворюються на локальних очисних спорудах підприємства; використану тару, упаковку та контейнери з-під хімічних реагентів, технічних розчинників та кислот (пластикові каністри, металеві бочки, скляні бутлі). Ці відходи містять концентровані залишки антибіотиків, хімічних барвників, стабілізаторів, шкідливих каталізаторів органічного синтезу. У разі порушення правил зберігання відходів на промисловому майданчику, неналежної гідроізоляції місць тимчасового складування або аварійних витоків, ці токсичні компоненти здатні проникати у ґрунт. Потрапляючи у ґрунтове середовище, хіміко-фармацевтичні речовини радикально змінюють його мікробіологічний баланс: вони пригнічують природну ґрунтову мікрофлору, блокують процеси азотфіксації та гуміфікації, порушують природну здатність ґрунту до самоочищення. Особливо небезпечними є стійкі органічні забруднювачі та метаболіти ліків, які не розкладаються під дією сонячного світла чи ґрунтових бактерій. За рахунок атмосферних опадів вони вимиваються з верхніх шарів ґрунту і мігрують вниз по профілю, досягаючи ґрунтових вод і першого від поверхні водоносного горизонту. Це створює загрозу вторинного забруднення підземних вод, які можуть стикатись з колодезями приватного сектору або природними джерелами. Для запобігання такому впливу БХФЗ суворо регламентує поведінку з відходами: небезпечні відходи збираються в спеціалізовану герметичну тару і передаються ліцензованим підрядникам для високотемпературного спалювання на спеціалізованих заводах, оскільки звичайне захоронення на полігонах ТПВ

					ДП ЛЕ2118.00.026 ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

для таких речовин категорично заборонено.

Підсумовуючи екологічний профіль ПАТ НВЦ «Борщагівський ХФЗ», можна констатувати, що його вплив на навколишнє середовище має яскраво виражений багатокомпонентний, міжсекторальний та синергетичний характер.

					ДП ЛЕ2118.00.026 ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. ТЕХНОЛОГІЧНІ ТА ГІДРАВЛІЧНІ РОЗРАХУНКИ ОЧИСНИХ СПОРУД

2.1. Приймальна камера - накопичувача

Об'єм приймальної камери:

$$V = \frac{Q \cdot t}{24}, \quad (2.1.1)$$

де Q – витрата води, $\text{м}^3/\text{год}$; t – час перебування води в камері, год.

$$V = \frac{0,42 \cdot 168}{24} = 2,917 \text{ м}^3$$

Розраховуємо площу приймальної камери за заданої висоти $H = 2 \text{ м}$:

$$F = \frac{V}{H} \quad (2.1.2)$$

$$F = \frac{2,917}{2} = 1,46 \text{ м}^2$$

Тоді ширина камери становитиме:

$$B = \sqrt{F} \quad (2.1.3)$$

$$B = \sqrt{1,46} = 1,2 \text{ м}$$

2.2. Трубчастий змішувач

Для змішування стічної води з робочими розчинами коагулянту, флокулянту та нейтралізуючої речовини (кальцинованої соди) у проекті прийнято сучасний малогабаритний трубчастий змішувач.

При продуктивності станції $10 \text{ м}^3/\text{добу}$ класичні гідравлічні лотки не забезпечують потрібної турбулентності, потік затухає, і реагенти розподіляються нерівномірно. Трубчастий змішувач гарантує миттєве (протягом 1–3 секунд) і стовідсоткове перемішування реагентів із водою безпосередньо у внутрішньому

					ДП ЛЕ2118.00.026 ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

об'ємі труби за рахунок спеціальних статичних гвинтових елементів, які завихрюють потік. Апарат не потребує встановлення додаткових електричних мішалок, що знижує витрати електроенергії на ЛОС. Він монтується безпосередньо на лінії подачі стоків перед відстійником, повністю виключаючи потребу в окремих габаритних ємностях для змішування.

Для забезпечення стабільної швидкості руху рідини та створення турбулентного режиму при заданій витраті, конструктивно за каталогом виробників підбрано стандартний промисловий статичний трубчастий змішувач із поліпропілену з такими параметрами:

- Внутрішній діаметр змішувача: 25 мм.
- Повна довжина трубчастої частини змішувача: 400 мм (0,4 метра).
- Кількість внутрішніх змішувальних елементів (статичних лопатей-завихрювачів): 4 одиниці.

Розрахункова продуктивність очисних споруд Борщагівського ХФЗ є стабільною і складає 10 м^3 на добу або $0,423 \text{ м}^3$ на годину. Підібраний трубчастий змішувач діаметром 25 мм розрахований на оптимальну пропускну здатність рідини в діапазоні від 0,2 до 1,2 кубічних метрів на годину. Таким чином, загальний об'єм води, що проходить через нього за нашої продуктивності ($0,423 \text{ м}^3$ на годину), повністю відповідає його робочому гідравлічному режиму. Апарат має запас по пропускну здатності, що дозволяє станції безперешкодно приймати можливі короточасні залпові збільшення притоку стічних вод із цехів підприємства до 1,0–1,2 кубічних метрів на годину без втрати якості змішування реагентів.

2.3. ВЕРТИКАЛЬНИЙ ВІДСТІЙНИК

Вертикальні відстійники застосовуються на станціях водопідготовки, продуктивність яких не перевищує $5000 \text{ м}^3/\text{добу}$.

Площа зони відстоювання вертикального відстійника:

					ДП ЛЕ2118.00.026 ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$F_{з.в.} = \frac{q \cdot \beta}{3,6 \cdot V \cdot N} \quad (2.3.1)$$

де,

q – витрата води м³/год;

N – число відстійників;

V – швидкість підйому води мм/с;

β – коефіцієнт, який враховує повноту використання об'єму відстійника.

Число відстійників приймаємо як $N = 1$, тоді:

$$F_{з.в.} = \frac{0,42 \cdot 1,3}{3,6 \cdot 0,6 \cdot 1} = 0,25 \text{ м}^2$$

Площа перерізу камери:

$$f_k = \frac{F \cdot t}{60 \cdot H_k \cdot N_k} \quad (2.3.2)$$

Де,

t – час перебування в камері, хв;

N_k – число камер;

H_k – висота камер, м.

$$f_k = \frac{0,25 \cdot 60}{60 \cdot 2 \cdot 1} = 0,125 \text{ м}^2$$

Тоді площа перерізу камери:

$$F = F_{з.в.} + f_k \quad (2.3.3)$$

$$F = 0,25 + 0,125 = 0,375 \text{ м}^2$$

Далі розраховуємо діаметр резервуару:

					ДП ЛЕ2118.00.026 ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$D = 2 \cdot \sqrt{\frac{F}{\pi}} \quad (2.3.4)$$

де, F – площа перерізу м^2 .

$$D = 2 \cdot \sqrt{\frac{0,375}{3,14}} = 0,69 \text{ м}$$

Так як співвідношення діаметру відстійника до його висоти не перевищує 1, вважаємо що число відстійників обрано правильно.

Розраховуємо висоту нижньої частини:

$$h_{\text{н.ч}} = \frac{D-d}{2 \cdot \text{tg}(90-\beta)} \quad (2.3.5)$$

де, d – діаметр патрубку для відведення осаду, м;

β – кут нахилу стінок нижньої частини.

$$h_{\text{н.ч}} = \frac{0,69-0,35}{2 \cdot \text{tg}40} = 0,2 \text{ м}$$

Площа перерізу патрубку для відведення осаду:

$$f^* = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \quad (2.3.6)$$

$$f^* = \frac{3,14 \cdot 0,35^2}{4} = 0,1 \text{ м}^2$$

Об'єм зони накопичення осаду:

$$W = \frac{1}{3} \cdot h_{\text{н.ч.}} (F + f^* + \sqrt{F \cdot f^*}) \quad (2.3.7)$$

Тоді,

$$W = \frac{1}{3} \cdot 0,2 (0,375 + 0,1 + \sqrt{0,375 \cdot 0,1}) = 0,045 \text{ м}^3$$

2.4. СТАБІЛІЗАТОР ОСАДІВ

Для обробки реагентного шламу з вертикального відстійника у проекті

прийнято аеробний стабілізатор осаду циліндричного типу з поліпропілену.					Арк.
ДП ЛЕ2118.00.026 ПЗ					37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Технічні характеристики апарату наведено в таблиці 2.4.1.

Таблиця 2.4.1. – Технічні характеристики стабілізатору осадів.

Найменування параметра / Показника	Технічні дані та конструктивні рішення
Повний об'єм споруди, м ³	0,1
Робочий об'єм осаду, м ³	0,85
Внутрішній діаметр циліндра, м	0,4
Робоча висота шару осаду, м	1
Повна будівельна висота апарату, м	1,5 (з урахуванням запасу борту та кінцевого днища)
Кут нахилу стінок нижнього конуса, градусів	45

2.5. ФІЛЬТР-ПРЕС

Фільтр-прес рамного типу РЗР призначений для розділення твердих і рідких фаз у нейтральних, лужних та кислих суспензіях із вмістом твердої речовини до 500 кг/м³. Технічні характеристики фільтр-пресу наведені в таблиці 2.5.1.

Таблиця 2.5.1 – Технічні характеристики фільтр-пресу.

Площа фільтрувальної поверхні, м ²	2
Робочий тиск (вакуум), МПа	1
Температура робочого середовища, °C	до 45
Встановлена потужність, кВт	-
- довжина	1750
- ширина	1000
- висота	645

		Товщина рами, мм		45	Арк.
				ДП ЛЕ2118.00.026 ПЗ	38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

2.6. Ємність фільтрату

Для збирання, тимчасового накопичення та повернення у технологічний цикл фільтрату, яка виділяється під час механічного зневоднення осаду на фільтр-пресі, у проекті прийнято компактну наземну ємність з хімічно стійкого полімеру. Технічні характеристики ємності фільтрату наведено в таблиці 2.6.1.

Таблиця 2.6.1. – Технічні характеристики ємності фільтрату

Тип споруди	Вертикальний циліндричний резервуар закритого типу
Повний об'єм споруди, м ³	1,0
Робочий об'єм резервуара, м ³	0,8
Внутрішній діаметр циліндра, мм	400
Робоча висота шару рідини, мм	1000
Повна будівельна висота апарату, мм	1300

2.7. ЄМНІСТЬ НАКОПИЧЕННЯ ВІДСТОЯНОЇ ВОДИ.

В якості ємності накопичення відстояної води приймаємо аналогічну ємність, що була обрахована в якості накопичувача стічних вод. Її технічні характеристики наведено в таблиці 2.7.1

Таблиця 2.7.1 – Технічні характеристики ємності накопичення відстояної води

Об'єм, м ³	2,917
Довжина, мм	1200
Ширина, мм	1200
Висота, мм	2000

					ДП ЛЕ2118.00.026 ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.8. Установка УФ-ламп

Було обрано УФ систему знезараження VIQUA SHF-140/2, технічні характеристики якої наведено в таблиці 2.8.1

Таблиця 2.8.1 – Технічні характеристики системи УФ знезараження

Продуктивність, м³/год	28
Робочий тиск, бар	до 8.6
Робоча температура, °C	+2 - +40
Кількість ступенів очищення	1
Доза УФ випромінювання	40 мДж/см²
Споживана потужність	0,35 кВт
Напруга	100 - 240 В, 50-60 Гц
Вага, кг	30.8
Висота, мм	152
Ширина, мм	864
Глибина, мм	356

2.9. ЄМНІСТЬ НАКОПИЧЕННЯ ВІДФІЛЬТРОВАНОЇ ВОДИ

В якості ємності накопичення відфільтрованої води приймаємо аналогічну ємність, що була обрахована в якості накопичувача стічних вод. Її технічні характеристики наведено в таблиці 2.9.1.

					ДП ЛЕ2118.00.026 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.9.1 – Технічні характеристики ємності накопичення відфільтрованої води

Об'єм, м ³	2,917
Довжина, мм	1200
Ширина, мм	1200
Висота, мм	2000

2.10. Витратні баки реагентів

В якості витраних баків для кожного з реагентів конструктивно прийнято серійні поліетиленові вертикальні ємності об'ємом по 30 л кожна. Усі ємності укомплектовані ручними або малопотужними електричними мішалками, а також цифровими насосами-дозаторами. Їх характеристики наведено в таблиці 2.10.1

Таблиця 2.10.1 – Технічні характеристики витратних баків

Об'єм, м ³	0,03
Діаметр, мм	300
Висота, мм	480

2.11. Насоси підкачки

В якості насосів підкачки в схемі використано насос фірми GRUNDFOS NB 32-125/130 AAF2AESBQQEIW1. Його технічні характеристики наведено в таблиці 2.11.1:

Таблиця 2.11.1 – Технічні характеристики насосів підкачки

Марка насосу	Подача м ³ /год	Напір, м	Потужність двигуна, кВт	L, мм	B, мм	H, мм
NB 32-125/130	25,4	18,8	2,2	443	162	252

Для забезпечення потреб станції кількість насосів становить N = 4.

2.12. Насоси дозування реагентів

В якості насосів дозування в схемі використано насос фірми ETATRON D.S. PDE DLX-MA/AD 5-7 230V/240V. Його технічні характеристики наведено в таблиці 2.12.1:

Таблиця 2.12.1 – Технічні характеристики насосів дозування реагентів.

Марка насосу	Подача м ³ /год	Робочий тиск, бар	Потужність двигуна, Вт	L, мм	B, мм	H, мм
DLX-MA/AD 5-7	5	7	37	190	120	150

Для забезпечення потреб станції кількість насосів становить N = 4.

2.13. Контролер ОВП, рН

Було обрано контролер Milwaukee MC125. Його технічні характеристики наведено в таблиці 3.13.1

Таблиця 2.13.1 – Технічні характеристики контролеру ОВП, рН

Марка	Milwaukee MC125
Діапазон рН, рН	0.0 – 14.0
Діапазон ОВП, mV	±1000
Довжина, мм	149
Ширина, мм	83
Висота, мм	32

3. БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА

3.1. Об'ємно-планувальне вирішення будівлі

З метою забезпечення раціональної організації технологічного процесу та створення оптимальних умов для функціонування модернізованих локальних очисних споруд у структурі ПАТ НВЦ «Борщагівський хіміко-фармацевтичний завод», було реалізовано комплекс проектних рішень, спрямованих на ефективну експлуатацію виробничого простору. Запропоновані заходи дозволяють досягти високого рівня ергономічності для обслуговуючого персоналу, а також гарантують стабільну, безперебійну та екологічно безпечну роботу очисної станції.

Розташування технологічних модулів ЛОС та допоміжних комунікацій виконано з неухильним дотриманням чинних нормативних вимог щодо охорони праці, промислової і пожежної безпеки, а також організації евакуаційних шляхів. При проектуванні внутрішнього середовища особливий акцент зроблено на збереженні здоров'я та працездатності робітників. Для цього передбачено належні параметри природного й штучного освітлення, ефективну припливно-витяжну вентиляцію, надійне електропостачання та суворе зонування робочих місць.

Виробничий корпус ПАТ НВЦ «Борщагівський ХФЗ», у якому розміщено проектоване приміщення ЛОС, є одноповерховою будівлею каркасного типу. Об'єкт має уніфіковані геометричні параметри: загальна довжина будівлі становить 96 м, ширина (прогін) — 18 м, а висота поверху дорівнює 14,4 м. Основу несучого каркаса складають збірні залізобетонні колони з кроком 6 м. Для компенсації температурних коливань та запобігання деформаціям у структурі будівлі передбачено деформаційний шов.

Огороджувальні конструкції виконані у вигляді великопанельних стін із одношарових керамзитобетонних панелей завтовшки 300 мм, що дозволяє надійно підтримувати регламентований температурно-вологісний режим всередині виробничих приміщень. Конструкція фундаменту — стовпова

					ДП ЛЕ2118.00.026 ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

залізобетонна під колони каркаса. Несучою структурою покриття виступає кроквяна залізобетонна ферма, на яку вкладено збірні ребристі залізобетонні плити перекриття розміром 6х1,5 м.

У межах корпусу передбачено розвинену інфраструктуру адміністративно-побутових приміщень для персоналу. Вони включають ізольовані чоловічі та жіночі гардеробні блоки, оснащені вмивальнями, душовими кабінами та вбиральнями, а також службові кабінети.

3.2. Розрахунок площі адміністративно – побутових приміщень

Для забезпечення нормальних умов праці на кожному підприємстві передбачаються допоміжні адміністративні та побутові приміщення, проектування яких здійснюється у відповідності до БНіП 2-92-76.

Передбачається наступний склад адміністративно-побутових приміщень:

1-адміністративні: кабінет начальника цеху та кімната майстрів.
Адміністративні приміщення проектуються площею 12 м² кожне.

2- побутові: гардеробні; душові; вмивальні; туалет.

Розрахунок площі адміністративно-побутових приміщень наведено в таблиці. 3.2.

					ДП ЛЕ2118.00.026 ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.2. – Розрахунок адміністративно-побутових приміщень

	Приміщення та обладнання	Розрахунок кількість працюючих	Норми на одиницю обладнання		Потрібно	
			людей	м ²	Одиниць обладнання	м ²
Побутові приміщення для чоловіків						
	Гардеробні приміщення: Для збереження вуличного та домашнього одягу, шафи Для збереження робочого одягу, шафи	 <				

Продовження таблиці 3.2. – Розрахунок адміністративно-побутових приміщень

Побутові приміщення для жінок						
	Гардеробні приміщення: Для збереження вуличного та домашнього одягу, шафи Для збереження робочого одягу, шафи					
		14	1	1	14	14
		14	1	1	14	14
	Душові приміщення, душові сітки	6	3	5	2	10
	Вмивальні приміщення, вмивальники	6	20	1, 5	1	1,5
	Вбиральні, унітази	6	15	4	1	4
Всього						89

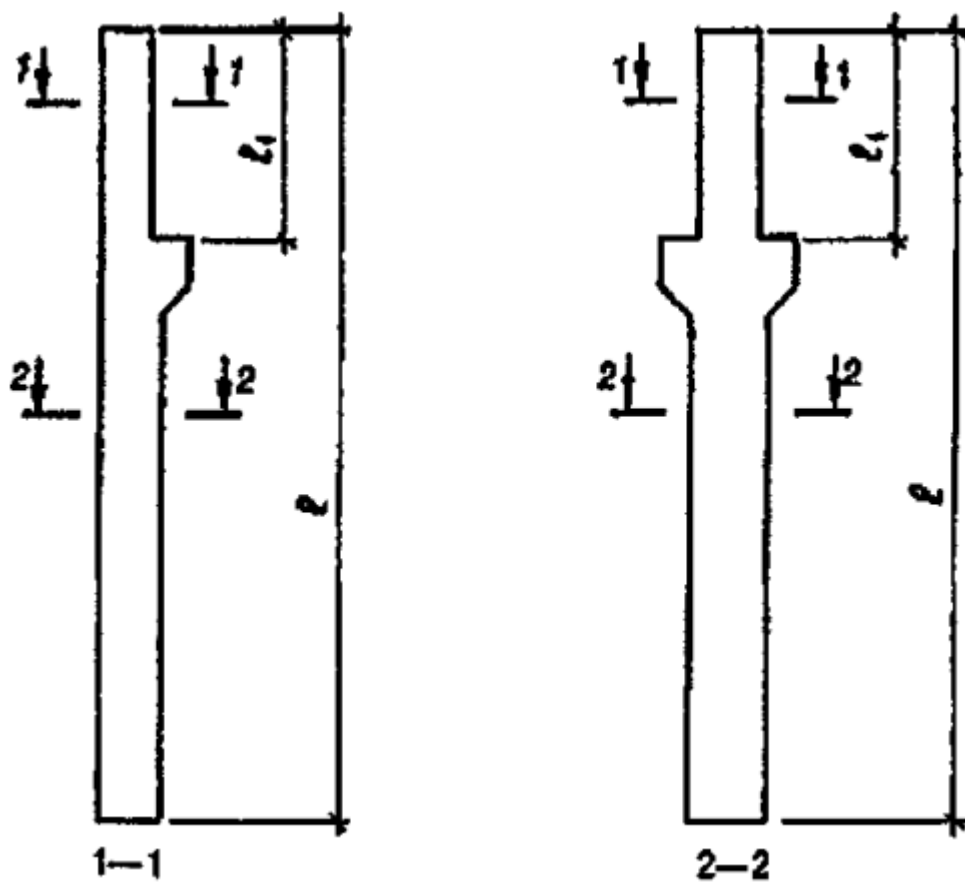
Продовження таблиці 3.2. – Розрахунок адміністративно-побутових приміщень

Адміністративні приміщення						
	Кабінет начальника цеху					12
0	Кімната майстрів					12
Всього						24
Всього						113

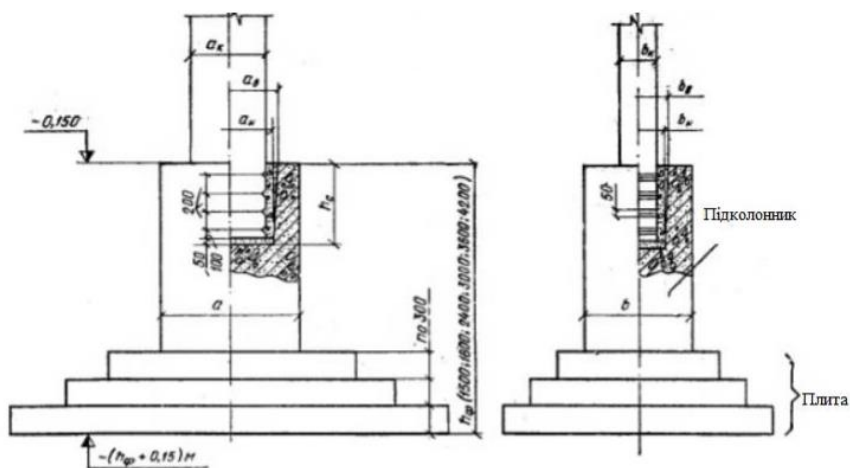
3.3. Конструктивне рішення будівлі

Були обрані наступні елементи будівлі:

колони залізобетонні типу КК 1К144, ($l=15300$, $b=400$, $h=600$ мм),

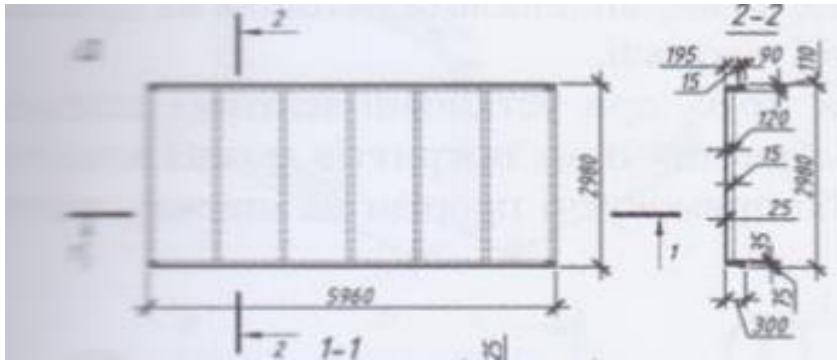


фундамент колони ФБ16-1,



Плити покриття:

					ДП ЛЕ2118.00.026 ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



3.4. Розміщення споруд у цеху

У виробничому цеху розміщено адміністративно-побутові приміщення та комплекс споруд для очищення стічної води. Їхнє планування виконано з урахуванням раціонального використання площі, що дозволяє майбутнє розширення об'єктів під час реконструкції чи модернізації, а також забезпечує мінімальну довжину інженерних мереж. Усе обладнання цеху встановлено на нульовій позначці (+0.000), а необхідний перепад висот (тиску) створюється за допомогою насосних установок.

На виносному фрагменті плану поверху зображено план розміщення споруд:

					ДП ЛЕ2118.00.026 ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

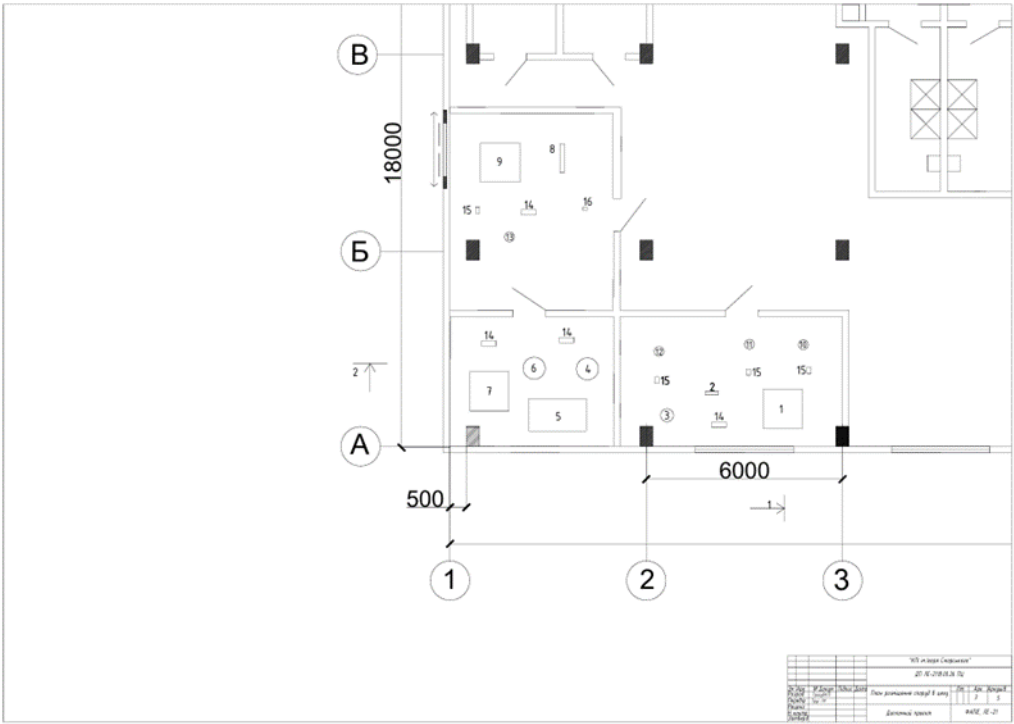


Рисунок 3.4.1 – Розміщення споруд у цеху

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1. Вступ

Даний розділ дипломного проекту присвячений аналізу умов праці, розробці комплексних інженерно-технічних рішень із промислової санітарії, пожежної безпеки та цивільного захисту в процесі виконання проекту «Модернізація локальних очисних споруд на ПАТ НВЦ «Борщагівський ХФЗ»».

Виробниче приміщення цеху ЛОС, в якому розташоване основне технологічне обладнання, має загальну площу 20 м² та об'єм 80 м³. Специфіка хіміко-фармацевтичного виробництва ПАТ НВЦ «Борщагівський ХФЗ» зумовлює надходження на очисні споруди висококонцентрованих стоків, що характеризуються значними коливаннями показників рН, високими значеннями хімічного споживання кисню (ХСК), присутністю поверхнево-активних речовин (ПАР) та токсичних речовин. Експлуатація цеху пов'язана з поєднанням низки небезпечних та шкідливих виробничих чинників, серед яких найбільш критичними є хімічна агресивність використовуваних реагентів, підвищена пожежна небезпека через застосування сильних окисників, високі рівні виробничого шуму і вібрації від насосних агрегатів, небезпека жорсткого УФ-випромінювання та висока ймовірність ураження електричним струмом у вологому середовищі. Забезпечення здорових і безпечних умов праці персоналу цеху ЛОС досягається шляхом інтеграції систем повної автоматизації та впровадження сучасних колективних і індивідуальних засобів захисту.

4.2. Аналіз шкідливих та небезпечних виробничих факторів та технічні заходи захисту

					ДП ЛЕ2118.00.026 ПЗ	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.2.1. Хімічні фактори та безпека роботи з реагентами

Відповідно до Гігієнічної класифікації праці (Наказ МОЗ України № 248), хімічний фактор є провідним джерелом професійного ризику в цеху ЛОС. Найбільшу небезпеку становить використання концентрованого пероксиду водню, який застосовується як окисник у реакторах фотохімічної деструкції. Згідно з Наказом МОЗ № 1192, пергідроль належить до 2 класу небезпеки з гранично допустимою концентрацією у повітрі робочої зони 0,8 мг/м³. Пероксид водню має виражену гостру подразнювальну дію; при попаданні на шкіру викликає глибокі хімічного опіки, а його пари здатні уражати слизові оболонки очей та верхні дихальні шляхи. Також у процесі корекції рН стоків використовуються кальцинована сода, III клас небезпеки, ГДК 2,0 мг/м³ та залізовмісні коагулянти (сульфат заліза, III клас небезпеки, ГДК 2,0 мг/м³) і флокулянти (поліакриламід, IV клас небезпеки, ГДК 10,0 мг/м³), пил та розчини яких викликають сильні дерматити та подразнення дихальних шляхів.

З метою нівелювання хімічного чинника в проекті модернізації передбачено повну герметизацію реакторів, усереднювачів та трубопроводів. Процеси дозування концентрованого H₂O₂ та приготування розчинів соди повністю автоматизовані й здійснюються за допомогою герметичних насосів-дозаторів, що виключає ручні операції. Для очищення повітряного середовища над вузлами реагентів облаштовано місцеві витяжні зонти. Для безперервного моніторингу повітря встановлено стаціонарні газоаналізатори, що автоматично вмикають аварійну вентиляцію при досягненні 20% від ГДК шкідливих газів.

Відповідно до вимог ДСТУ 7239:2011 «Система стандартів безпеки праці. Засоби індивідуального захисту. Загальні вимоги та класифікація», персонал цеху ЛОС ПАТ НВЦ «Борщагівський ХФЗ» у повному обсязі забезпечується високоякісними ЗІЗ. Для захисту органів дихання від пилу

					ДП ЛЕ2118.00.026 ПЗ	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

кальцинованої соди, сухого флокулянту, а також від випадкових випаровувань пероксиду водню, оператори цеху ЛОС забезпечуються напівмасками та протипиловими респіраторами Dnipro-M класу захисту FFP2 та FFP3 з клапанами видиху, які мінімізують опір диханню в умовах підвищеної вологості. У разі виникнення аварійних проливів концентрованих реагентів, персонал використовує повнолицеві панорамні маски з відповідними фільтрувальними коробками хімічного захисту. Для захисту органів зору від бризок агресивних розчинів при приготуванні коагулянтів та дозуванні пергідролу використовуються захисні герметичні окуляри Dnipro-M (серії Ultra або Profi) з полікарбонатним склом, стійким до подряпин і хімічних речовин, що мають систему прямої або непрямої вентиляції для запобігання запотіванню у вологому приміщенні. Захист шкіри рук забезпечується шляхом постійного використання хімічно стійких рукавичок на нітриловій або неопреновій основі від Dnipro-M, які мають підвищену стійкість до дії сильних окисників та лугів і забезпечують надійне зчеплення з мокрими поверхнями.

4.2.2. Пожежна безпека та категоризація приміщення ЛОС

Відповідно до ДСТУ Б В.1.1-36:2016 «Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою» та ДБН В.1.1-7:2016, виробниче приміщення цеху ЛОС площею 20 м² за вибухопожежною небезпекою віднесене до категорії В (пожежонебезпечне). Згідно з Правилами улаштування електроустановок, середовище всередині цеху визначається як пожежонебезпечна зона класу П-Па. Незважаючи на те, що стічні води є негорючим середовищем, високу пожежну небезпеку створює зона зберігання та дозування концентрованого пероксиду водню. Пероксид водню є сильним окисником і при контакті з будь-якими горючими органічними речовинами викликає їх бурхливе окиснення та спонтанне

					ДП ЛЕ2118.00.026 ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

самозаймання, що супроводжується виділенням великої кількості кисню, який інтенсифікує будь-яке горіння.

З метою мінімізації пожежних ризиків у цеху впроваджено суворий організаційний режим: заборонено спільне зберігання перекису водню з органічними матеріалами. Приміщення обладнане автоматичною системою пожежної сигналізації з оптичними димовими сповіщувачами та інтегроване в загальнозаводську систему оповіщення. Згідно з Наказом МВС № 25, оскільки площа цеху становить 20 м², для ліквідації первинних осередків пожежі передбачено оснащення приміщення наступними засобами: одним порошковим вогнегасником типу ВП-5 (призначеним для гасіння пожеж класів А, В, С) та одним вуглекислотним вогнегасником типу ВВ-3 (або ВВ-5), який є обов'язковим для гасіння електроустановок, щитів керування та насосних агрегатів під напругою до 1000 В без ризику ураження струмом. Також цех обладнано внутрішнім пожежним кран-комплектom, підключеним до протипожежного водопроводу.

4.2.3. Електробезпека в умовах підвищеної вологості

Згідно з НПАОП 40.1-1.32-01 «Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок», за ступенем небезпеки ураження електричним струмом приміщення цеху ЛОС класифікується як особливо небезпечне. Це зумовлено постійною високою відносною вологістю повітря (понад 75% за ДСН 3.3.6.042-99) через наявність відкритих дзеркал води та випаровувань, можливістю проливів струмопровідної стічної води на бетонну підлогу, наявністю хімічно активного середовища, що прискорює руйнування ізоляції, та високою концентрацією електрообладнання (силові двигуни насосів, приводи мішалок, УФ-блоки). Небезпека полягає у виникненні напруги дотику на металевих корпусах обладнання у разі пробоя фази.

					ДП ЛЕ2118.00.026 ПЗ	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для забезпечення надійної електробезпеки у проекті модернізації реалізовано комплекс інженерних рішень. Усе електрообладнання, двигуни насосів та датчики КВПіА прийняті у герметичному вологозахищеному виконанні з класом захисту оболонки не нижче IP55 (захист від струменів води) та IP68 для занурювальних елементів. Виконано захисне заземлення та занулення всіх металевих частин устаткування, корпусів реакторів та стабілізаторів шляхом їх приєднання до магістрального внутрішнього контуру заземлення. Опір заземлювального пристрою згідно з нормами не перевищує 4 Ом. Силові лінії живлення всіх агрегатів цеху в обов'язковому порядку обладнані пристроями захисного вимкнення (ПЗВ) зі струмом спрацьовування 30 мА та часом відключення до 0,03 секунди, що повністю виключає ризик смертельного ураження людини при випадковому дотику до струмопровідних частин. З огляду на те, що підлога цеху ЛОС постійно є вологою і струмопровідною, персонал забезпечується спецвзуттям із захисним композитним або металевим підноском, антипрокольною устілкою та товстою двошаровою поліуретановою підошвою, яка має найвищий клас протидії ковзанню та має діелектричні властивості, що створює додатковий бар'єр безпеки при роботі з електронасосами.

4.2.4. Захист від виробничого шуму та вібрації обладнання

Експлуатація модернізованого цеху ЛОС супроводжується генеруванням постійного широкосмугового шуму та механічних коливань. Основними джерелами шуму та вібрації є відцентрові насоси подачі стоків, насоси-дозатори реагентів, мотор-редуктори приводів мішалок у баках приготування коагулянту й флокулянту, а також вузол механічного зневоднення шлам. Тривалий вплив шуму, що складає орієнтовно 100 дБА, перевищує нормативні 80 дБА за ДСН 3.3.6.037-99, викликає у операторів стійке зниження працездатності, глухоту та розлади нервової системи, а

					ДП ЛЕ2118.00.026 ПЗ	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вібрація вище норм ДСН 3.3.6.039-99 здатна призвести до розвитку вібраційної хвороби.

При проведенні тривалих регламентних робіт оператори використовують протишумні навушники Dnipro-M Profi з рівнем шумозаглушення до 32 дБ, що знижує акустичне навантаження до безпечних санітарних норм. Для поточного огляду обладнання та короточасних обходів приміщення площею 20 м² застосовуються легкі протишумні вкладки (беруші) Dnipro-M з м'якого поліуретану на шнурку, які ефективно адаптуються до слухового каналу та не викликають подразнень в умовах підвищеної вологості.

Для зниження рівнів шуму та вібрації до нормативних параметрів у проекті реалізовано наступні заходи. Усі насосні агрегати та силові приводи змонтовані на індивідуальних віброізолювальних фундаментах із використанням гумово-металевих або пружинних віброізоляторів (амортизаторів), що гасять до 90% механічних коливань. Сполучення всмоктувальних та нагнітальних патрубків насосів із магістральними трубопроводами виконано за допомогою гнучких вставок (еластичних віброгасильних рукавів), що запобігає передачі вібрації по трубних лініях цеху. Корпуси двигунів насосів-дозаторів та редуктори мішалок закриті знімними звукоізоляційними кожухами з внутрішнім шаром штучного звукопоглинача, що забезпечує зниження загального рівня звукового тиску в приміщенні до безпечних 68-72 дБА.

4.3. Висновки

Протягом виконання розділу «Охорона праці» у рамках дипломного проекту з модернізації локальних очисних споруд на ПАТ НВЦ «Борщагівський ХФЗ» було детально розглянуто комплекс шкідливих та небезпечних виробничих факторів, що виникають під час безперервного очищення середньодобового об'єму стічних вод у приміщенні цеху. На

					ДП ЛЕ2118.00.026 ПЗ	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

основі вимог чинного законодавства України (Закону «Про охорону праці», Кодексу цивільного захисту, профільних НПАОП, ДБН та ДСН) було проведено оцінку використовуваних хімічних реагентів, а також визначено параметри пожежної безпеки (категорія приміщення В, пожежонебезпечна зона класу П-Па), електробезпеки (особливо небезпечне приміщення), шуму та вібрації.

Мною було запропоновано та обґрунтовано впровадження низки ефективних інженерно-технічних рішень для повної модернізації систем безпеки цеху. До них належать: проектування автоматизованої системи герметичного дозування реагентів за допомогою насосів-дозаторів без ручних операцій; встановлення місцевих витяжних зонтів; впровадження стаціонарних газоаналізаторів для аварійної вентиляції; монтаж насосних агрегатів на віброізолювальні основи з амортизаторами та застосування гнучких віброгасильних вставок на патрубках; встановлення пристроїв захисного вимкнення (ПЗВ 30 мА) та використання обладнання з класом захисту не нижче IP55. Також розроблено схему первинного пожежогасіння та регламентовано повне забезпечення персоналу сучасними засобами індивідуального захисту бренду Dnipro-M. Впровадження запропонованих заходів дозволяє звести виробничі ризики до мінімуму, повністю ліквідувати можливість травматизму чи професійних захворювань, забезпечити надійний захист цеху в разі виникнення аварійних ситуацій та гарантувати повну відповідність модернізованого об'єкта державним стандартам охорони праці України.

					ДП ЛЕ2118.00.026 ПЗ	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВОК

У першому розділі дипломного проєкту наведено характеристики вихідного якісного складу стічних вод цеху з виробництва твердих лікарських форм та нормативні вимоги до їх скиду в систему централізованого водовідведення міста Києва. Вихідний стік не задовольняв вимоги санітарно-екологічних норм через критичні перевищення за ХСК (у 5 разів) та завислими речовинами (у 1,33 рази). Зважаючи на високу токсичність фармацевтичних екотоксикантів, існуюча роздільна схема очищення була неефективною, тому проєктом передбачено її модернізацію. Розроблена технологічна схема є економічно вигідною завдяки об'єднанню двох паралельних вхідних потоків в єдину лінію очищення, а основними процесами є реагентна коагуляція, нейтралізація, флокуляція, вертикальне відстоювання та глибоке фотохімічне окиснення (УФ-деструкція з дозуванням перексиду водню).

У другому розділі проведені технологічні, матеріальні та конструктивні розрахунки споруд локального очищення загальною продуктивністю 10 м³ на добу. Було розраховано та підібрано споруди, як: накопичувач-усереднювач, трубчастий змішувач, вертикальний відстійник, стабілізатор осаду, накопичувальні ємності відстоюної та очищеної води, установка ультрафіолетового опромінення та ємність збирання фільтрату. Для лінії зневоднення шламу обрано фільтр-прес, а для подачі та дозування реагентів — комплекс герметичних насосів-дозаторів та насосів підкачки стічної води.

У третьому розділі розглянуто об'ємно-планувальні та архітектурно-конструктивні рішення виробничої будівлі каркасного типу загальним розміром 96 на 18 метрів. На підставі розрахунків проведено вибір конструктивних елементів та ізольоване розміщення технологічних споруд ЛОС всередині існуючого корпусу. Розроблено креслення принципової

					ДП ЛЕ2118.00.026 ПЗ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

технологічної схеми, плану цеху на відмітці +0.000, поперечного та поздовжнього розрізів будівлі на форматі А1, а експлікації до креслень представлені у додатках дипломного проекту.

У четвертому розділі розглянуті питання, що стосувались охорони праці на підприємстві. ПАТ НВЦ «Борщагівський ХФЗ» має всі необхідні нормативні документи з охорони праці, включаючи закони України та галузеві стандарти. З'ясовано, що основними ризиками під час експлуатації проєктованих ЛОС є: повітря робочої зони, електробезпека при роботі насосів та УФ-установок, пожежна безпека, а також шум і вібрація від роботи насосів.

Таким чином, проведення модернізації локальних очисних споруд цеху дозволяє істотно покращити якість стічних вод перед скидом до міської каналізації, що повністю відповідатиме чинним вимогам Київводоканалу. Проведені розрахунки допомагають удосконалити продуктивність процесів очистки води, мінімізувати капітальні витрати шляхом ліквідації паралельних ліній, забезпечити безвідхідність за рідкою фазою та гарантувати безпечні умови праці персоналу.

					ДП ЛЕ2118.00.026 ПЗ	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Про охорону навколишнього природного середовища : Закон України від 25.06.1991 р. № 1264-ХІІ. Відомості Верховної Ради України. 1991. № 41. Ст. 546. (із змінами та доповн.).
2. Про охорону праці : Закон України від 14.10.1992 р. № 2694-ХІІ. Відомості Верховної Ради України. 1992. № 49. Ст. 668. (із змінами та доповн.).
3. М. Д. Гомеля, Т.В.Крисенко, І.М. Дейкун. Очисні споруди. Основи проектування К.: ВПІ ВПК «Політехніка», 2007.- 176 с.
4. Правила приймання стічних вод до систем централізованого водовідведення міста Києва : затверджено наказом Департаменту житлово-комунальної інфраструктури виконавчого органу Київської міської ради (КМДА) від 12.10.2018 р. № 63. Київ, 2018. 42 с.
5. ДБН В.2.5-75:2013. Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. [На заміну СНиП 2.04.03-85] ; затверджено Наказом Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 28.08.2013 р. № 414. Київ : Мінрегіон України, 2014. 144 с.
6. ДБН В.2.2-28:2010. Будинки і споруди. Будинки адміністративного та побутового призначення. затверджено Наказом Міністерства регіонального розвитку та будівництва України від 30.12.2010 р. № 571. Київ : Мінрегіон України, 2011. 41 с.
7. Гомеля М.Д. Основи проектування очисних споруд.: Навчальний посібник / М.Д.Гомеля, В.М.Радовенчик, Т.О.Шаблій. – К.: "Інфодрук", 2013. - 175 с.
8. Кожин В. Ф. Очистка водних розчинів та технологічні схеми локальних очисних споруд : підручник. Київ : Вища школа, 2019. 312 с.

					ДП ЛЕ2118.00.026 ПЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

9. Гуць В. С., Євтушенко О. В. Основи будівництва та інженерні споруди в галузі : конспект лекцій. Київ : НУХТ, 2018. 185 с.
10. Смоляк В. В., Очеретний В. П., Ковальський В. П., Козинюк Н. В. Архітектура будівель і споруд : навч. посібник. Вінниця : ВНТУ, 2020. 244 с.
11. Шаповал С. В., Лапшин О. С. Будівельне матеріалознавство та конструктивні елементи промислових об'єктів : навч. посібник. Київ : КНУБА, 2022. 192 с.

					ДП ЛЕ2118.00.026 ПЗ	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТОК А

Експлікація до технологічної схеми

Формат	Зона	Позиція	Позначення			Найменування			Кіль-	кість	Примітка
						<u>Документація</u>					
A1						<u>Технологічна схема</u>					
		1				Накопичувач стічних вод			1		
		2				Трубчастий змішувач			1		
		3				Відстійник			1		
		4				Стабілізатор осадів			1		
		5				Фільтр-прес			1		
		6				Ємність фільтрату			1		
		7				Ємність накопичення відстоюної води			1		
		8				Установка УФ-ламп			1		
		9				Ємність накопичення відфільтрованої води			1		
		10				Ємність приготування коагулянту			1		
		11				Ємність приготування флокулянту			1		
		12				Ємність приготування соди			1		
		13				Ємність приготування перегідролю			1		
		14				Насоси підкачки			4		
		15				Насоси-дозатори			4		

ДОДАТОК Б
Експлікація до плану цеху

Формат	Зона	Позиція	Позначення			Найменування			Кіль-	кість	Примітка
						<u>Документація</u>					
A1						<u>План цеху</u>					
		1				Накопичувач стічних вод			1		
		2				Трубчастий змішувач			1		
		3				Відстійник			1		
		4				Стабілізатор осадів			1		
		5				Фільтр-прес			1		
		6				Ємність фільтрату			1		
		7				Ємність накопичення відстоюної води			1		
		8				Установка УФ-ламп			1		
		9				Ємність накопичення відфільтрованої води			1		
		10				Ємність приготування коагулянту			1		
		11				Ємність приготування флокулянту			1		
		12				Ємність приготування соди			1		
		13				Ємність приготування перегідролю			1		
		14				Насоси підкачки			4		
		15				Насоси-дозатори			4		

ДОДАТОК В

Експлікація до поперечного перерізу

Формат	Зона	Позиція	Позначення			Найменування			Кіль-	кість	Примітка
						<u>Документація</u>					
A1						<u>Поперечний переріз</u>					
		I				Накопичувач стічних вод			I		

ДОДАТОК Г

Експлікація до повздовжнього перерізу

Формат	Зона	Позиція	Позначення			Найменування			Кіль-	кість	Примітка
						<u>Документація</u>					
A1						<u>Повздовжний переріз</u>					
		4				Стабілізатор осадів			1		
		6				Ємність фільтрату			1		
											</