

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»**

Хіміко-технологічний факультет
Кафедра технології неорганічних речовин та загальної хімічної технології

До захисту допущено

Завідувач кафедри

(підпис) **Н.М. Толстопалова**
(ініціали, прізвище)

“ ____ ” червня 2016 р.

Дипломний проект

на здобуття ступеня бакалавра

зі спеціальності 6.051301 «Хімічна технологія»

(код і назва)

на тему: Відділення очищення стічних вод від нафтопродуктів

Виконав: студент 4 курсу, групи ХН-21

Шостак Владислав Богданович

(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Керівник: ст. викл. Обушенко Т.І.

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

(підпис)

Консультанти

Консультант з автоматизації ст.викладач Лукінюк Михайло Васильович

(назва розділу)

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище, ініціали)

(підпис)

Консультант з економічної частини доц., к.т.н. Підлісна Олена Анатоліївна

(назва розділу)

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище, ініціали)

(підпис)

Консультант з охорони праці доц., к.т.н. Полукаров Юрій Олексійович

(назва розділу)

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище, ініціали)

(підпис)

Рецензент

(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

(підпис)

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

Студент

(підпис)

Київ – 2016 року

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»**

Інститут (факультет) хіміко-технологічний

(повна назва)

Кафедра технології неорганічних речовин та загальної хімічної технології

(повна назва)

Рівень вищої освіти – бакалавр

Спеціальність 6.051301 «Хімічна технологія»

(код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Н.М. Толстопалова

(підпис)

(ініціали, прізвище)

«__» червень 2016 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проект студенту

Шостаку Владиславу Богдановичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту Відділення очищення стічних вод від нафтопродуктів

керівник проекту ст. викл. Обушенко Т.І.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від « 08 » квітня 2016 р. № 1313

2. Термін подання студентом проекту _____

3. Вихідні дані до проекту Продуктивність по забрудненій воді 1150 м³/доб.
концентрація нафтопродуктів 2200 мг/дм³, концентрація завислих речовин
1000 мг/дм³

4. Зміст пояснювальної записки Технологічна частина. Автоматичне
регулювання та контроль виробництва. Економіко-організаційні розрахунки.
Охорона праці. Екологічна безпека виробництва.

5. Перелік графічного матеріалу :

- технологічна схема відділення (1 аркуш формату А1);
- схема дистанційного контролю та автоматичного регулювання технологічних параметрів (1 аркуш формату А1);
- креслення загального вигляду технологічного реактора (1 аркуш формату А1);
- ілюстрація результатів розрахунку економіко - організаційної частини (1 аркуш формату А1).

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1–6, 10	Ст. викл. Обушенко Т.І.		
7	Ст. викл. Лукінюк М.В.		
8	доц. Підлісна О.А.		
9	доц., к.т.н, Полукаров Ю.О.		

7. Дата видачі завдання _____

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного Проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1	Обґрунтування та вибір способу і технологічної схеми виробництва. Описання технологічної схеми виробництва. Креслення технологічної схеми на форматі А4.		
2	Характеристика продукції, сировини, допоміжних матеріалів, енергетичних носіїв. Характеристика прийнятого методу виробництва. Хімізм та теоретичні основи і обґрунтування норм технологічних режимів.		
3	Комп'ютерний набір технологічної частини пояснювальної записки.		
4	Характеристика технологічного обладнання: розрахунок та вибір основних реакторів; розрахунок і вибір допоміжного технологічного обладнання.		
5	Автоматичний контроль та керування виробництвом		
6	Економіко – організаційні розрахунки		
7	Екологічна безпека виробництва		
8	Охорона праці виробничого процесу		
9	Оформлення пояснювальної записки, виконання креслень та ілюстративних плакатів		
10	Попередній захист		

Студент

(підпис)

(ініціали, прізвище)

Керівник проекту

(підпис)

(ініціали, прізвище)

ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

№ з/п	Формат	Позначення	Найменування	Кількість листів	Примітка
1	A4		Завдання на дипломний проект	2	
2	A4	XН2115.1440.000.ПЗ	Пояснювальна записка	98	
3	A1	XН2115.1440.001.ТС	Технологічна схема	1	креслення
4	A1	XН2115.1440.002.СА	Схема автоматизації	1	креслення
5	A1	XН2115.1440.003.СК	Флотатор безнапірний	1	креслення
6	A1	XН2115.1440.004.ІЛ	Економічні показники	1	ілюстрація

				ХН2115 1440		
	ПІБ	Підп.	Дата			
Розробн.	Шостак В.Б.			Відомість дипломного проекту	Лист	Листів
Керівн.	Обушенко Т.І.					125
Консульт.					НТУУ «КПІ» Каф. ТНР та ЗХТ Гр. ХН-21	
Н/контр.	Супрунчук В.І.					
Зав.каф.	Толстопалова Н.М.					

Пояснювальна записка до дипломного проекту

на тему: Відділення очищення стічних вод від нафтопродуктів

Київ – 2016 року

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка 125 с.; 7 рис.; 24 табл.; 25 посилань; 4 додатки.

У бакалаврському проекті проаналізовані методи очищення стічних вод від нафтопродуктів, запропоновано спосіб очищення стічної води за допомогою флотоекстракції, з попереднім відстоюванням у нафтовловлювачах та наступним фільтруванням. Наведено фізико-хімічні основи процесу флотоекстракції, проведені конструктивні та технологічні розрахунки основного та допоміжного обладнання.

На підставі зроблених розрахунків обрано необхідне устаткування. Досліджені умови оптимального перебігу флотоекстракції.

На підставі технологічної схеми обрані засоби автоматичного контролю і регулювання.

Розраховано техніко-економічні показники впровадження даного відділення. Визначена собівартість очищеної води та вартість обраного методу очищення.

Розроблено заходи екологізації, охорони навколишнього середовища та охорони праці.

ФЛОТОЕКСТРАКЦІЯ, ФЛОТОКОМПЛЕКСИ, ФАКТОРИ ФЛОТОЕКСТРАКЦІЇ, СТІЧНІ ВОДИ НАФТОПЕРЕРОБНИХ ВИРОБНИЦТВ, НАФТОВЛОВЛЮВАЧ, ТОНКЕ ВІДСТОЮВАННЯ, МЕХАНІЧНЕ ФІЛЬТРУВАННЯ, АВТОМАТИЗАЦІЯ, ОХОРОНА ПРАЦІ, ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ, ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ

РЕФЕРАТ

Пояснительная записка 125 с.; 7 рис.; 24 табл.; 25 ссылок; 4 приложения.

В бакалаврском проекте проанализированы методы очистки сточных вод от нефтепродуктов, предложен способ очистки сточной воды с помощью флотоэкстракции, с предварительным отстаиванием в нефтеловушках и последующим фильтрованием. Приведены физико-химические основы процесса флотоэкстракции, проведены конструктивные и технологические расчеты основного и вспомогательного оборудования.

На основании произведенных расчетов было выбрано необходимое оборудование. Исследованы оптимальные условия процесса флотоэкстракции.

На основании технологической схемы выбраны средства автоматического контроля и регулирования.

Рассчитаны технико-экономические показатели внедрения данного отделения. Определена себестоимость очищенной воды и стоимость выбранного метода очистки.

Разработаны мероприятия экологизации, охраны окружающей среды и охраны труда.

ФЛОТОЭКСТРАКЦИЯ, ФЛОТОКОМПЛЕКСЫ, ФАКТОРЫ
ФЛОТОЭКСТРАКЦИИ, НЕФТЕЛОВУШКИ, СТОЧНЫЕ ВОДЫ
НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВ, ТОНКОЕ
ОТСТАИВАНИЕ, МЕХАНИЧЕСКОЕ ФИЛЬТРОВАНИЕ,
АВТОМАТИЗАЦИЯ, ОХРАНА ТРУДА, ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ,
ЭКОНОМИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ

ABSTRACT

Explanatory note 125 pp.; 7 fig.; 24 tab.; 25 lib.; 4 appendices.

In bachelor project, methods of sewage treatment from petroleum products were analyzed. A method for waste water treatment using solvent sublation, which includes preliminary settling in oil sumps and subsequent filtration, was provided. Based on calculations the main and auxiliary equipment were chosen.

The physicochemical foundations of solvent sublation were considered, structural and technological calculations of the basic and auxiliary equipment were carried out.

The necessary equipment was selected on the basis of calculations that mentioned above. The conditions for an optimal operating of solvent sublation were considered.

Automatic control and regulation devices were chosen based on the selected technological scheme.

Technical and economical indexes of department implementation were calculated. The cost of purified water and the cost of the chosen method of treatment were determined.

Events for greening, environmental protection and occupational safety were designed.

SOLVENT SUBLATION, FLOTATION COMPLEX, FACTORS OF
SOLVENT SUBLATION, OILFIELD PRODUCED WATER, OIL SUMPS, FINE
SETTLING, MECHANICAL FILTERING, AUTOMATION, LABOR
PROTECTION, ENVIRONMENTAL PROBLEMS, ECONOMIC
CALCULATION

Зміст	Стор.
Вступ.....	11
1 Обґрунтування та вибір технологічної схеми виробництва	12
1.1 Особливості нафтового господарства	12
1.2 Методи, які застосовуються для очищення вод від нафтопродуктів	13
1.3 Очищення стічних вод в нафтовловлювачах	15
1.4 Флотаційні методи	16
1.5 Фільтрація на механічних фільтрах	17
2 Характеристика продукції, сировини, допоміжних матеріалів, енергетичних носіїв.	19
2.1 Характеристика вихідної сировини.....	19
2.2 Характеристика продукції.....	19
2.3 Характеристика допоміжної продукції.....	21
3 Характеристика і обґрунтування прийнятого методу виробництва. Хімізм та теоретичні основи і обґрунтування норм технологічних режимів.....	24
3.1 Загальні відомості про флотоекстракцію	24
3.2 Вплив властивостей флотокомплексів.....	24
3.3 Фактори, які впливають на процес флотоекстракції	27
3.4 Математичне моделювання флотоекстракційних процесів	30
4 Опис технологічної схеми відділення очищення стічних вод від нафтопродуктів.....	33

					ХН 2115 1440 000 ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Відділення очищення стічних вод від нафтопродуктів	Лім.	Аркуші	Аркуш
Розроб.		Шостак В.Б.						
Перевір.		Обушенко Т.І.					98	8
Реценз.						НТУУ "КПІ", ХТФ, гр. ХН-21		
Н. Контр.		Супрунчук В. І.						
Затверд.		Топоталова Н.М.			Пояснювальна записка			

5 Характеристика технологічного обладнання	35
5.1 Принцип роботи, характеристики флотоекстрактора	35
5.2 Розрахунок нафтовловлювача.....	38
5.3 Конструктивний розрахунок безнапірного флотатора баштового типу	38
5.3.1 Товщина стінки апарату	41
5.3.2 Розрахунок еліптичної кришки.....	43
5.4 Розрахунок насосів та трубопроводів	43
5.5 Розрахунок механічного фільтра.....	49
5.6 Розрахунок бака-усереднювача	51
5.7 Вибір компресора.....	52
6 Автоматичне регулювання та контроль процесу очищення стічних вод від нафтопродуктів.....	53
6.1 Опис технологічної схеми очищення стічних вод від нафтопродуктів	53
6.2 Аналіз технологічного процесу очищення стічних вод від нафтопродуктів методом флотоекстракції як об'єкта автоматизації	55
6.3 Опис розробленої схеми автоматизації очищення стічних вод від нафтопродуктів.....	57
7 Економіко-організаційні розрахунки відділення очищення стічних вод від нафтопродуктів.....	60
7.1 Аналіз ринку очищення стічних вод від нафтопродуктів.....	60
7.2.1 Теоретичні основи розрахунку собівартості відділення очищення стічних вод від нафтопродуктів.....	61
7.2.2 Економічний розрахунок собівартості відділення очищення стічних вод від нафтопродуктів.....	65

					ХН 2115 1440 000 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

8 Охорона праці.....	76
8.1 Виявлення та аналіз шкідливих і небезпечних виробничих факторів. Заходи з охорони праці.....	76
8.1.1 Повітря робочої зони	76
8.1.2 Освітлення.....	79
8.1.3 Виробничий шум.....	81
8.1.4 Електробезпека.....	82
8.1.5 Атестація робочого місця.....	84
8.1.6 Безпека проведення експериментів.....	85
8.2 Пожежна безпека.....	87
9 Екологічна безпека відділення очищення стічних вод від нафтопродуктів.....	89
9.1 Аналіз відходів, що утворюються	89
9.2 Варіанти екологізації виробництва	90
9.3 Розрахунки екологізації виробництва	91
9.4 Розрахунок екологічних платежів.	92
Висновки	94
Перелік посилань.....	95
Додатки.....	958

ВСТУП

Серед найважливіших екологічних проблем світового масштабу широкого розповсюдження одержало забруднення нафтою водних акваторій, прибережних зон, донних відкладень та ґрунтів у зв'язку із зростанням обсягів видобування, транспорту та переробки нафти. У різноманітних публікаціях провідні спеціалісти визнають, що загальні світові втрати нафти в процесі її транспортування складають біля 2 % обсягу нафтовидобування. Втрати нафтопродуктів на складах паливно-мастильних матеріалів, нафтобазах, підприємствах нафтопереробки офіційно не повинні перевищувати 3% обігу, в дійсності ж вони значно більші. Так, під будь-яким об'єктом, пов'язаним із видобуванням, переробкою, транспортуванням, збереженням, реалізацією нафти і нафтопродуктів, утворюється зона забруднення ґрунтів і підземних вод різноманітними вуглеводнями нафтового ряду. В результаті такого забруднення порушується хід природних біохімічних процесів, відбувається загибель флори та фауни озер, річок та морів. Тому, воду забруднену нафтопродуктами вважають однією з глобальних забруднювачів навколишнього середовища, що становить серйозну загрозу для живих організмів. З цієї причини оцінка впливу аварій на довкілля і розробка рекомендацій по усуненню їхніх наслідків є одним із пріоритетних напрямків екології та створення системи екологічної безпеки регіонів.

Метою даного проекту було дослідження процесів та обґрунтування доцільності флотоекстракції, як перспективного та інноваційного методу очищення стічних вод, забруднених нафтопродуктами.

					ХН 2115 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

1 ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ВИРОБНИЦТВА

1.1 Особливості нафтового господарства

Нафта широко використовується в хімічній промисловості для одержання пластмас, синтетичного каучуку, синтетичних волокон, жирів, спирту, органічних кислот, розчинників, мастильних матеріалів, білка і ін.

В результаті промислової переробки природного (сирої) нафти з неї отримують автомобільне, дизельне і реактивне пальне, котельне паливо (мазути) і мастильні матеріали. Товарні сорти моторного палива представляють собою суміші з декількох складових частин. Та частина пального, яка входить до складу в найбільшій кількості, називається базовим паливом. Базовими паливами для моторних горючих є такі продукти різних процесів переробки нафти: бензини, лігроїни, гас, газойлі, соляріві дистиляти. У процесі переробки нафти, транспортування, миття транспортних засобів та іншого вищевказані продукти потрапляють у стічні води.

Основними особливостями, що визначають поведінку нафтопродуктів у воді, є їх менша густина у порівнянні з густиною води (бензин - 0,70-0,76, дизельне паливо - 0,8-0,9, реактивне паливо - 0,8-0,85, мазут - 0,94-1,0 г/см³) і низька розчинність. Остання для легких фракцій нафти (бензинів) у воді не перевищує 20-30 мг/л, для гасу - 70-90 мг/л, а для важких фракцій вона практично дорівнює нулю [1].

Нафтопродукти, потрапивши в воду, в основній масі знаходяться в грубодисперсному (скрапленному) стані і, завдяки меншій густині, легко виділяються на поверхню води, утворюючи плаваючу плівку чи шар. Інша, менша частина нафтопродуктів може виявитися в тонкодиспергованому стані, утворюючи емульсію «нафта у воді».

Стійкість емульсії залежить від розмірів і концентрації емульгованих частинок, електрокінетичних властивостей системи, поверхневого натягу рідини, наявності у воді стабілізаторів емульсії і ПАВ та ін. Розмір емульгованих частинок є одним з головних факторів стійкості емульсії. При

					ХН 2115 1440 000 ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

зменшенні розмірів крапель, дія гравітаційних сил зменшується і починають превалювати сили, які утримують їх в стабільно підвішеному стані. Для тонкодисперсних систем характерна, наприклад, кінетична стійкість, обумовлена тепловим (броунівським) рухом частинок. Прийнято вважати, що справжня емульсія утворюється при колоїдальних розмірах крапельок нафтопродуктів (приблизно 0,1 мкм). Але в стічних водах, що містять нафтопродукти, стійкі емульсії спостерігаються і при значно більших розмірах крапельок. Причиною стійкості таких емульсій є відносно невелика концентрація частинок нафтопродуктів в стічних водах, при якій ймовірність їх взаємного зіткнення і коагуляції або коалесценції невелика [2].

Орієнтовний склад забруднень загального стоку виробничо-атмосферної каналізації нафтобаз наведено в таблиці 1.1 [3].

Таблиця 1.1 – Характеристика складу суміші стічних вод нафтобаз

Показники забруднення	Вміст, мг/л	Показники забруднення	Вміст, мг/дм ³
Нафтопродукти	400-15000	Прокалений сухий залишок	300-600
В тому числі:		БПК ₅	140-700
крапельні	350-14700	Тетраетилсвинець (при наявності на базі етилованого бензина)	1-2
емульговані	50-300		
розчинені	5-20		
Завислі речовини	100-600	Активна реакція середовища, рН	7,2-7,8
Сухий залишок	600-850		

1.2 Методи, які застосовуються для очищення вод від нафтопродуктів

Для очищення стічних вод від нафтопродуктів в даний час застосовують механічні, фізико-хімічні, хімічні та біологічні методи [3]. З механічних методів

практичне значення мають відстоювання, центрифугування і фільтрування; з фізико-хімічних - флотація, коагуляція і сорбція; з хімічних - окиснення хлором (хлорування), окиснення озоном (озонування). Біологічні методи засновані на здатності аеробних мікроорганізмів-мінералізатор переробляти (окиснювати) деякі органічні сполуки, що входять до складу нафтопродуктів, як правило, в суміші з побутовими стічними водами.

Зважаючи на різноманітність складу нафтовмісних вод, які подаються на очищення, і високих вимог до ступеня очищення в технологічних схемах очисних станцій використовуються комбінації різних методів.

В окремих випадках на вимогу контролюючих органів на випуск очищених стічних вод у водойму передбачаються так звані буферні ставки, основна функція яких полягає в підвищенні надійності, тобто в запобіганні забруднення водойм при можливих порушеннях встановленого режиму роботи очисної станції. За своєю будовою буферні ставки аналогічні ставкам додаткового відстоювання. При неможливості скиду стічних вод в навколишнє середовище вони піддаються випаровуванню або спалюванню.

Там, де дозволяють місцеві умови, нафтовмісні води можуть бути доочищені на спорудах біологічної очищення спільно з побутовими стічними водами. Для більш глибокого знешкодження води, що пройшла механічну, флотаційну і іноді біологічну очистку від нафтопродуктів, останнім часом поряд з сорбцією використовується озонування [3].

Для діючих виробництв характерні наступні проблеми [2]:

- відсутність вільних площ для будівництва очисних споруд;
- неможливість або ускладненість переукладення каналізаційних мереж;
- наявність у стічних водах великої кількості різнорідних забруднень і нерідко неможливість розділення потоків від різних технологічних процесів;
- при наявності очисних споруд їх технологічна і вікова непридатність

					ХН 2115 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

1.3 Очищення стічних вод в нафтовловлювачах

Відстоювання є найбільш простим і дешевим технологічним способом виділення дисперсних домішок з води, в основі якого лежить поділ в полі гравітаційних сил в умовах спокою або повільного руху потоку рідини. При цьому завислі речовини з щільністю, більшої щільності води, осідають, речовини з меншою густиною – спливають [3].

Основна маса нафтопродуктів в грубодиспергованому (краплинному) і деяка частина в емульгованому стані з стічних вод видаляються в відстійних спорудах, так званих нафтовловлювачах. Вони застосовуються при вмісті нафтопродуктів в стічних водах більше 100 мг/дм^3 . За конструктивним виконанням нафтовловлювачі є горизонтальними, вертикальними і радіальними відстійниками, додатково обладнаними апаратами для збору і видалення спливаючих нафтопродуктів. На нафтобазах найбільшого поширення набули горизонтальні нафтовловлювачі.

Полочні (пластинні) відстійники призначені для видалення грубодисперсних емульгованих і неемульгованих нафтопродуктів, що містять глобули з гідравлічною крупністю $0,2 \text{ мм/с}$ і більше.

Здатність полочних нафтовловлювачів затримувати відносно дрібні глобули пояснюється тим, що відстоювання проводиться при ламінарному режимі руху води і під час відсутності турбулентного перемішування.

Пластини розчленовують потік води на тонкі шари, гідравлічний радіус живих перетинів яких на один-два порядки менше, ніж у звичайних нафтовловлювачів-відстійників. Відповідно меншим виявляється і значення числа Рейнольдса - 500 і менше. Пов'язане з прагненням додатково знизити значення Re зменшення товщини шару може призвести до погіршення процесу поділу води і домішок під впливом «пристінного ефекту» - гальмування води у поверхонь пластин. Це явище помітно виявляється, якщо число Фруда буде менше 10^{-5} [4].

					ХН 2115 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

1.4 Флотаційні методи

Флотація - найбільш ефективний спосіб очищення від грубодисперсних нафтопродуктів. Це пояснюється тим, що нафтопродукти мають малу щільність і негативну гідравлічну крупність (швидкість спливання), а також гідрофобні і поверхня їх глобул не змочується водою. Якщо нафтові емульсії стабілізовані гідрофільними продуктами, наприклад суспензією глини, умови флотуємих глобул погіршуються і, зазвичай, проводиться попередня коагуляція води. Ця умова найбільш суттєва для глобул з розмірами більше 10-20 мкм, а також нафтових емульсій [4].

Деяке зниження концентрації молекулярно розчиненої нафти пояснюється супутнім процесом її сорбції на поверхнях аерофлокул.

Ефективність флотації залежить від технологічних властивостей утворених флотокомплексів. Такі властивості, як швидкість спливання, динамічна стійкість, здатність до агрегації і коалесценції залежать від прийнятих способів насичення води газом, від співвідношення розмірів газових бульбашок і водних домішок, які видаляються.

Флотоекстракція - це адсорбційний процес видалення бульбашок, який поєднує ефективність адсорбційного і газового перенесення, який полягає в перенесенні бульбашками газу молекул забруднювача з подальшою екстракцією органічним розчинником (маслом), який плаває на поверхні водної фази. Процес проводять у звичайній колоні, яка додатково обладнана резервуаром для масла у верхній частині колони. Метод ґрунтується на розпиленні бульбашок газу і адсорбції сполук на поверхні пухирець/вода, обидва механізми дуже важливі для гідрофобних сполук, представлених в малих концентраціях у водній фазі. Вода, що містить забруднені речовини продувається потоком бульбашок і контактує з нерозчинним у воді, нелетким, нетоксичним органічним розчинником (маслом), який екстрагує молекули забруднювача. Процес має ряд переваг над звичайною флотацією в газовій колоні і реагентною екстракцією. У звичайній флотації відокремлюються тільки леткі речовини. У флотоекстракції відокремлюються як леткі, так і нелеткі

					ХН 2115 1440 000 ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

речовини. Унікальною властивістю цього процесу є те, що змішування фаз на поверхні вода/масло мінімально, основний перенос молекул здійснюється газовими бульбашками, які проходять крізь поверхню зі швидкостями, характерними для режиму гомогенного потоку. Головною перевагою цього методу є те, що всі три стадії (флотація, екстракція, очищення розчинника) відбуваються в одному резервуарі, що призводить до зменшення габаритів та матеріалоемності процесу.

У порівнянні з іонною флотацією і рідинною екстракцією, флотоекстракція має багато переваг. Серед них можна виділити: простота в експлуатації, висока ефективність, низька кількість органічного розчинника, високий коефіцієнт концентрування і можливість безпосереднього аналізу органічної фази. Доведена більш висока ефективність флотоекстракції в порівнянні зі звичайною флотацією і екстракцією [5].

Для більшості галузей промисловості очистити воду можна фізико-хімічними методами з подальшим доочищенням на сорбційних фільтрах.

1.5 Фільтрація на механічних фільтрах

Фільтрування дозволяє додатково очистити стічні води після нефтовловлювачів і флотоекстрактора до 1-5 мг/дм³, а іноді і до менших значень. Для доочищення застосовують швидкі фільтри звичайних конструкцій в напірному або безнапірному виконанні, з активною (олеофільною) і пасивними загрузкою [4].

Нафтоємність фільтрів з гідрофільною загрузкою (природні і гірські піски) відносно низька і якість очищення гірша, ніж у фільтрів з керамзитовою, вугільної та синтетичними загрузками, проте значно дешевша. У цих випадках позитивний результат дає подача на фільтри попередньо коагульованої або обробленої тонкодисперсними гідрофобними матеріалами води, наприклад, вугільним пилом [2].

Глибоке доочищення стічних вод від нафтопродуктів, що залишилися після флотаційного очищення, і від розчиненої органіки відбувається на

					ХН 2115 1440 000 ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

кварцових і адсорбційних фільтрах з додатковою обробкою води перед фільтрами, коагулянтами і флокулянтами. Очищена вода, залежно від ступеня її очищення, може скидатися у водойму або направлятися на повторне використання.

Швидкі механічні фільтри із кварцовим піском застосовуються для доочищення оборотної води на другому ступені очищення. Вони в основному безнапірні, так як використання напірних фільтрів не виключає застосування додаткового перекачування [2].

Отже використання флотоекстракційних методів дозволяє очищувати забруднені води від нафтопродуктів до норм скиду у каналізацію. Для того, щоб зменшити навантаження на флотоекстракційну установку рекомендується встановлювати апарати для відстоювання і видалення грубодисперсної нафти, наприклад нафтовловлювачі з блоком пластин для тонкого відстоювання. У випадку, коли стічні води спрямовуються у природні водойми рекомендується застосовувати механічні фільтри з піщаною або вугільною загрузкою.

					ХН 2115 1440 000 ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ, ЕНЕРГЕТИЧНИХ НОСІЇВ

2.1 Характеристика вихідної сировини

Вихідною сировиною є стічна вода, що надходить після промивки контейнерів, баків, цистерн на нафтобазах. Характеристика наведена в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Характеристика забрудненої води на нафтобазах

Показники забруднення	Вміст, мг / дм ³
Нафтопродукти	2200
В тому числі:	
Крапельні	1980
емульговані	210
розчинені	10
Завислі речовини	2000

2.2 Характеристика продукції

«Правилами охорони поверхневих вод від забруднення зворотними водами», які затверджені постановою КМ України від 25 березня 1999р., № 465, встановлені наступні гранично допустимі концентрації нафтопродуктів у воді водоймищ:

- для господарсько-питного і комунально-побутового водокористування - світлі нафтопродукти (бензин, дизельне паливо, гас) - 0,1 мг/дм³, сульфатна нафта - 0,1 мг/дм³; нафта інша - 0,3 мг/дм³;

- для рибогосподарського використання водойм - загальний вміст нафтопродуктів в розчиненому і емульгованому стані до 0,05 мг / дм³;

Ці вимоги розгорнуто надано в таблиці 2.2.

При скиданні стічних вод, що містять нафтопродукти, в моря керуються «Правилами санітарної охорони прибережних вод морів» (1974 р), нормативи яких є в основному ідентичним вищезазначеним.

Скидання забруднених нафтою стічних вод до міської каналізації регламентується «Правилами приймання стічних вод підприємств у комунальні та відомчі системи каналізації населених пунктів України, введених в дію з 6 травня 2002 року», в яких вміст нафти і нафтопродуктів має бути не більше 20 мг/дм³. Зазначена норма відноситься до всієї системи міського водовідведення. Для окремих підприємств вона уточнюється органами водопровідно-каналізаційного господарства з урахуванням місцевих умов і може бути значно скорочена.

Таблиця 2.2 – Вимоги до складу та властивостей стічних вод підприємств для безпечного їх відведення каналізаційною мережею

Показники якості стічних вод	Допустимі величини
1	2
Температура	не вище 40 град. С
рН	6,5 - 9,0
БСК, г/м ³	Згідно з проектом міських очисних споруд або не більше 350
Завислі речовини та речовини, що спливають, г/ м ³	Згідно з проектом міських очисних споруд або не більше 500
Нерозчинні масла, смоли, мазут	не допускаються
Нафта, нафтопродукти, г/ м ³	не більше 20
Жири рослинні та тваринні, г/ м ³	не більше 50
Хлориди, г/ м ³	не більше 350
Сульфати, г/ м ³	не більше 400
Сульфіді, г/ м ³	не більше 1,5

1	2
Кислоти, горючі суміші, токсичні та розчинені газоподібні речовини, здатні утворювати в мережах та спорудах токсичні гази	не допускається
Концентровані маточні та кубові розчини	не допускається
Будівельне, промислове, господарсько-побутове сміття, ґрунт, абразивні речовини	не допускається
Радіоактивні речовини, епідеміологічно небезпечні, бактеріальні та вірусні забруднення	не допускається

2.3 Характеристика допоміжної продукції

Для флотоекстракції у якості органічного розчинника було використано біле масло 22 (CAS # 8042-47-5) виготовлене Texaco Lubricants Co., Inc., Houston, TX. Це біле масло видобувається з високочистого мінерального масла. Має температуру спалаху 132 ° С, питома вагу 0,85 г/см³ і температуру кипіння 261° С при атмосферному тиску. Це масло має широкий спектр застосування на різних фабриках. Це масло було вибрано для експерименту, тому що воно легше води, практично не змішується з водою, нетоксичне, нелетке і відносно недороге.

Сульфатна кислота H_2SO_4 – сильна двоосновна кислота. Технічна сульфатна кислота – прозора масляниста рідина. Сульфатна кислота зберігається у вигляді 92 %-го розчину (відповідно до ГОСТу 2184-2013). Характеристика контактної сульфатної кислоти наведена в таблиці 2.3. Для

					ХН 2115 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

приготування реагентного розчину дана сульфатна кислота розводиться водою до відповідної концентрації (10 %).

Таблиця 2.3 – Характеристика сульфатної кислоти

Найменування	Норма
Масова частка моногідрату (H_2SO_4), %	Не менше 92
Масова частка заліза (Fe), %, не більше	0,02
Масова частка залишку після прокалювання, %, не більше	0,05
Масова частка оксидів азоту (N_2O_3), %, не більше	Не нормується
Масова частка нітросполук, %, не більше	Не нормується
Масова частка арсену (As), %, не більше	Не нормується
Масова частка хлорвмісних сполук (Cl), %, не більше	Не нормується
Масова частка свинцю (Pb), %, не більше	Не нормується
Прозорість	Не нормується

У якості збирача використовується пальмітат калію ($\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COOK}$) - безбарвні (білі) кристали, слабо розчиняється в холодній воді, утворює кристалогідрати. Номер MDL - MFCD04118185. Характеристика пальмітату калію наведена у таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Технічні характеристик пальмітату калію

Характеристика	Значення
Ізотопна чистота	99% ^{13}C
Аналітична чистота	99% основного компонента
Молярна маса	310,26
Температура плавлення	285 ° C
Відхилення по масі	M + 16

У якості фільтруючої заправки використовується кварцовий пісок. Кварцовий пісок для фільтрів водоочищення ідеально підходить для фільтрації

					ХН 2115 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

рідини будь-якої складності. Унікальна структура кварцового піску дозволяє адсорбувати шкідливі домішки і елементи з різним ступенем очищення.

Технічні характеристики кварцового піску, який використовується в технології нафтоочищення, надано в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Технічні характеристики фільтруючої заправки

SiO ₂ (не менше)	Fe ₂ O ₃ (не більше)	Al ₂ O ₃ (не більше)	Вміст води, %
98,98	0,07	0,061	0,5

Фізико-хімічні особливості кварцового піску:

- висока пористість
- міцність
- однорідність
- сипучість

Заданий кварцовий пісок відповідає вимогам ГОСТ Р 51641-2000.

3 ХАРАКТЕРИСТИКА І ОБҐРУНТУВАННЯ ПРИЙНЯТОГО МЕТОДУ ВИРОБНИЦТВА. ХІМІЗМ ТА ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ І ОБҐРУНТУВАННЯ НОРМ ТЕХНОЛОГІЧНИХ РЕЖИМІВ

3.1 Загальні відомості про флотоекстракцію

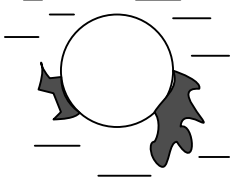
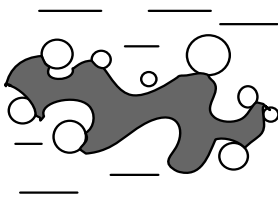
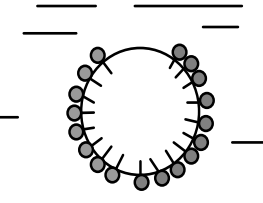
Як вже зазначалось вище, флотоекстракція - це адсорбційний процес видалення бульбашок, який поєднує ефективність адсорбційного і газового перенесення, який полягає в перенесенні бульбашками газу молекул забруднювача з подальшою екстракцією органічним розчинником (маслом), який плаває на поверхні водної фази. Процес проводять у звичайній колоні, яка додатково обладнана резервуаром для масла у верхній частині колони. Метод ґрунтується на розпиленні бульбашок газу і адсорбції сполук на поверхні пухирець/вода, обидва механізми дуже важливі для гідрофобних сполук, представлених в малих концентраціях у водній фазі. Вода, що містить забруднені речовини продувається потоком бульбашок і контактує з нерозчинним у воді, нелетким, нетоксичним органічним розчинником (маслом), який екстрагує молекули забруднювача.

3.2 Вплив властивостей флотокомплексів

Ефективність флотації залежить від технологічних властивостей флотокомплексів, які утворюються в процесі. Такі властивості, як швидкість спливання, динамічна стійкість, здатність до агрегації і коалесценції залежать від прийнятих способів газонасичення води, від співвідношення розмірів газових бульбашок і характеру домішок у воді, яка очищується флотаційним методом. У таблиці 3.1 наводиться класифікація типів і властивостей флотокомплексів, запропонована д-ром техн. наук Е.В. Алексєєвим [4].

					ХН 2115 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

**Таблиця 3.1 Типи і властивості елементарних флотокомплексів
(По Е.В. Алексєєву)**

Тип флотокомплекса	Умови формування	Технологічні властивості	Види видаляємих забруднень
Газово-дисперсний 	Формується при зіткненні дисперсних частинок забруднень з ДГФ, яка отримана барботажними і гідродинамічними способами при спливанні (ДГФ - диспергована газова фаза)	Висока швидкість спливання, низька енергія зв'язку частинки з поверхнею бульбашки. Не агломеруються, газова фаза схильна до коалесценції з руйнуванням структури. Динамічно не стійкий	Грубодисперсні домішки з використанням флотореагентів, ПАР в області зниженого поверхневого натягу, в'язкі гідрофобні рідини при великому їх вмісті
Дисперсно-газовий 	Формування відбувається в процесі зародження і зростання бульбашок, а також в результаті адсорбції ДГФ на міжфазній поверхні. Утворюється, коли отримують ДГФ виділенням з води, а також при інтенсивних гідродинамічних впливах	Низькі швидкості спливання. Часто є надлишок поверхневої енергії, що призводить до агрегації комплексів. Динамічно стійкий, здатний до часткової рекомбінації	Універсальний щодо рідких і твердих дисперсних забруднень, ПАР та ін. Швидкість очищення лімітується продуктивністю системи отримання ДГФ
Газово-молекулярний 	Формується в результаті сорбції органічних молекул і іонів, розчинених у воді, на межі поділу фаз. Формується на ДГФ, отриманої будь-якими способами. Флотація задовільно описується ізотермами сорбції	Швидкість спливання визначається розміром ДГФ. Зовнішня поверхня сильно поляризована, що перешкоджає коалесценції і агломерації, динамічно стійкий	ПАР, частково гідролізовані нафтопродукти, органічні смоли. У поєднанні з комплексоутворювачем видаляються іони, в тому числі неорганічні

Особливістю методу напірної флотації є спосіб насичення води газами. Атмосферне повітря попередньо розчиняється в воді під тиском 0,4-0,6 МПа, причому концентрація розчинених газів (азоту, кисню та інших складових атмосферного повітря) дорівнює відповідному парціальному тиску. При надходженні розчину газів в відкриту флотаційну камеру, що знаходиться під атмосферним тиском, розчин виявляється в перенасиченому стані, і відбувається мимовільне виділення бульбашок газу.

					ХН 2115 1440 000 ПЗ		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			25

Найбільш сприятливими місцями для виділення газів є границя розділу води і поверхонь грубодисперсних частинок, особливо гідрофобних. На відміну від інших методів флотації зближення бульбашок газів і частинок домішок при формуванні флотокомплексів (аерофлокул) носить не тільки випадковий характер, а й частково підпорядковується певним фізичним закономірностям.

Розміри бульбашок швидко збільшуються, а їх сумарна поверхня зменшується. Тому найбільша ймовірність елементарних актів флотації спостерігається в момент утворення бульбашок.

Флотокомплекси, які утворюються при напірній флотації, переважно належать до дисперсно-газового типу і володіють сприятливими, за умовами очищення, властивостями [4].

Тривалість перебування води в сатураторі, необхідна для отримання розчину повітря тієї чи іншої концентрації, залежить від температури і тиску. Ця залежність наведена на рисунку 3.1.

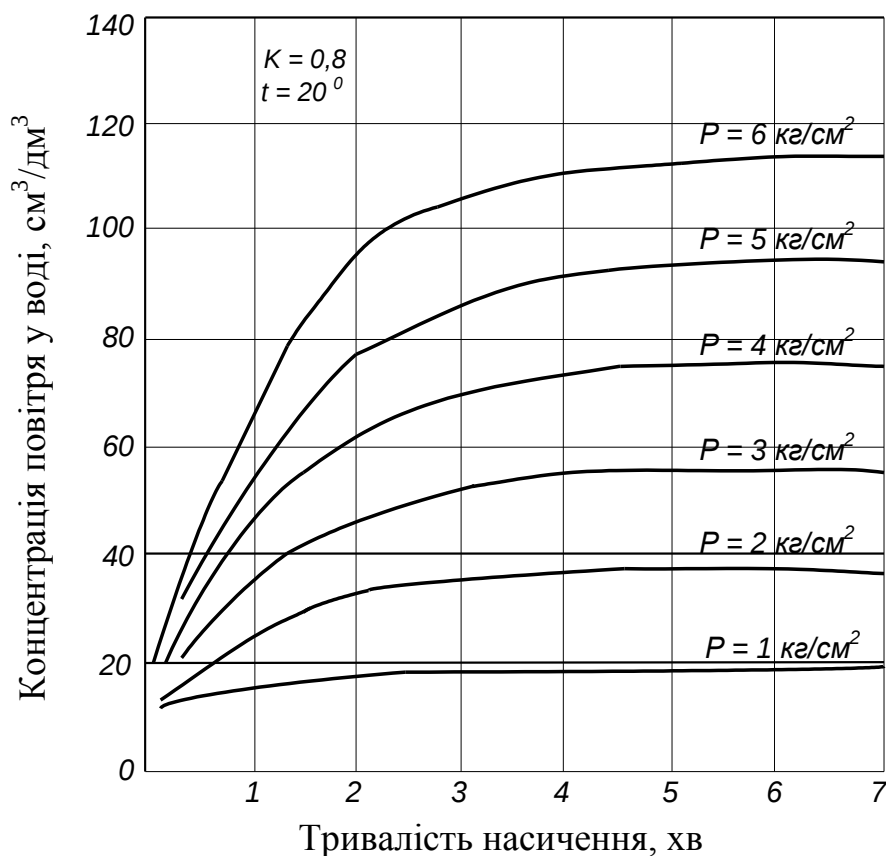


Рисунок 3.1 - Залежність кількості розчиненого у воді повітря від часу і абсолютного тиску при коефіцієнті $K = 0,8$

Для того, щоб забезпечити енергійне виділення газів необхідні різкі коливання тиску в струмені аерованої води. Для цього швидкість витікання повинна перевищувати 7 м/с і зазвичай приймається до 12-15 м/с. Додамо, що чим більша швидкість витоку, тим більш однорідні утворюються бульбашки і менше їх діаметр. Для розподілу аерованої води застосовують труби з отворами діаметрами від 8 до 15 мм, (15-20 мм). При менших діаметрах часто спостерігається засмічення отворів [4].

Розміри бульбашок газу впливають на ефективність флотації і для характерних розмірів видаляємих домішок повинні бути оптимізовані.

Збільшення розмірів бульбашок і відповідно зменшення сумарної поверхні контакту викликають зниження співвідношення обсягів аерофлокул і видаляємих ними частинок забруднень, а надмірний ріст швидкості спливання підвищить ймовірність саморуйнування флотокомплексів. Застосування занадто малих бульбашок зменшує швидкість спливання і вимагає більш тривалого перебування води у флотаційній камері. При очищенні забруднених нафтою вод найбільш доцільно генерувати бульбашки діаметрами 0,2-0,3 мм. В цьому випадку можна розраховувати на утворення аерофлокул з від'ємною (спливання) гідравлічною крупністю до 3-4 мм/с і більше. Як уже зазначалося, таку умову забезпечується правильним вибором швидкості витікання аерованої води.

Камери флотації включають відділення для утворення флотокомплексів, в якому створюється режим повного (наближається до ідеального) змішування і відділення відстоювання, що працює за принципом відстійника. Тривалість перебування води в першому відділенні становить 5-10, у другому - до 15-30 хвилин. Тривалості повинні бути уточнені при експлуатації, оскільки залежать від властивостей оброблюваної води.

3.3 Фактори, які впливають на процес флотоекстракції

На процес флотоекстракції мають вплив багато факторів. Ті, що впливають на характеристики водної та органічної фази це рН, йонна сила, концентрація

					ХН 2115 1440 000 ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПАР, наявність домішок, вид екстрагенту, його об'єм, інші фактори є технологічними чинниками (швидкість подачі газу, температура).

Концентрація ПАР є одним з важливих факторів. ПАР знижує поверхневий натяг водної фази, що зменшує розміри бульбашок. Зменшення розмірів бульбашок, як вже зазначалося, призводить до збільшення площі поверхні на одиницю об'єму повітря, що в достатній мірі компенсує вплив зменшення коефіцієнту масопередачі. До того ж, знижений поверхневий натяг на поверхні розділу вода-органічний розчинник як результат присутності ПАР у водній фазі, допомагає бульбашкам перетинати границю без коалесценції. Всі ці фактори призводять до підвищення ефективності флотоекстракції.

Однак, якщо концентрація ПАР занадто висока, надлишок ПАР буде конкурувати за місце на поверхні бульбашки, і навіть коли критична концентрація міцелоутворення буде досягнута, є вірогідність, що агрегати молекул ПАР будуть «вловлювати» гідрофобні молекули в середину своєї гідрофобної частини.

Вплив йонної сили середовища на процес флотоекстракції змінюється від системи до системи. Зазвичай, збільшення йонної сили зменшує ефективність сепарації, ймовірно через конкуренцію між колігеном та іншими йонами за збирач. Йонна сила змінює поверхневий натяг, тим самим полегшуючи змішування фаз.

Вплив температури змінюється залежно від системи. Збільшення чи зменшення ефективності розділення може бути пояснено тим, що адсорбція є процес, залежний від температури. У загальному випадку, процес адсорбції на бульбашках це екзотермічний процес, тому зменшення температури призводить до підвищення концентрації поверхнево-активної речовини та до збільшення ефективності [5].

Процес очищення води проводять при температурах від 50-60 ° С. Для вод, які мають температуру вище 60° С, використання напірної флотації малоефективне через значне зменшення розчинності повітря [2].

					ХН 2115 1440 000 ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Швидкість подачі газу повинна бути значно меншою, ніж у звичайній іонній флотації. Це необхідно для того, щоб дуже сильно не розривати шар органічного розчинника. Небажаним є прорив великої кількості піни через цей шар. Якщо швидкість подачі газу надто велика, деяка частина піни може проходити через шар розчинника і утворювати над ним пінний шар. Також можливо, що збільшення швидкості газу призводить до збільшення радіусу бульбашок, що зменшує площу поверхні на одиницю об'єму газу і, також, зменшує тривалість перебування бульбашок у водній фазі, так як більші бульбашки володіють більшими силами підйому. Але, незважаючи на це, встановлено, що зростання швидкості потоку повітря через колонку покращує інтенсивність процесу флотоекстракції, але тільки тоді, коли розміри бульбашок залишаються малими [25].

Радіус бульбашки є одним з ключових параметрів у флотоекстракції [24, 25].

Малі бульбашки не можуть відразу перетнути поверхню розділу фаз вода-органіка і повинні, перш за все, коалесціювати (злипнутися) у великі бульбашки для подолання міжфазного опору. На рисунку 3.2 представлено процес перетину бульбашкою поверхні розділу фаз вода-органіка.

Міжфазний опір, що діє на бульбашку, узгоджується з законами механіки Ньютона і залежить від таких факторів, як:

- плавучість (яка спрямовує бульбашку вгору);
- міжфазне напруження (що спрямовує бульбашку вниз).

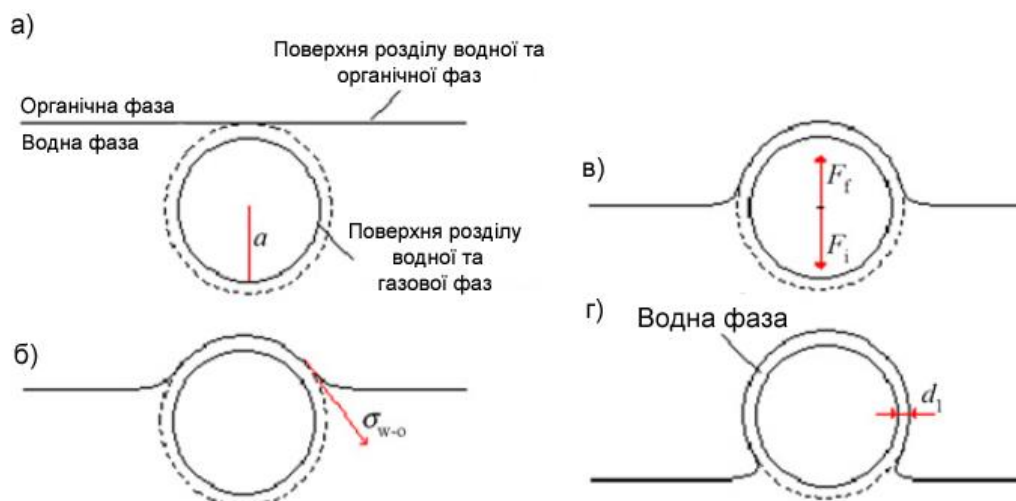


Рисунок 3.2 - Процес перетину бульбашкою поверхні розділу водної та органічної фаз (а – бульбашка підходить до поверхні розділу фаз, б-в – бульбашка намагається перетнути поверхню розділу фаз, г – бульбашка майже повністю перейшла поверхню розділу фаз).

3.4 Математичне моделювання флотоекстракційних процесів

Фізичні процеси, що беруть участь в флотоекстракційному розподілі водних забруднювачів, включають в себе звичайне розподілення між 2 об'ємами рідких фаз (нафтопродукти-вода), яке описується рівнянням Генрі, і розподілення на межі поділу повітря-вода (поверхню бульбашки). Останнє розподілення грає важливу роль для сполук, які мають низьке значення константи Генрі і низьку розчинність. Під час флотоекстракції виникають додаткові хіміко-фізичні механізми для видалення розчинених сполук. Вони пов'язані з наявністю органічного шару на поверхні води. Розроблено математичну модель для видалення розчинених речовин в стічних водах з флотоекстракційній колонці напівбезперервної дії. Ця модель приводиться нижче:

$$E = 1 - \frac{C_w}{C_{wi}} = \left(1 - \frac{\beta}{\alpha}\right) (1 - e^{-\alpha t}) ; \quad (3.1)$$

$$\beta = \frac{1}{K_{ow} V_0} \left[\pi r_c^2 k_1 + Q_a \left(H_c + \frac{3}{R} d_i \right) \right]; \quad (3.2)$$

$$\alpha = \frac{Q_a}{V_w} \left(H_c + \frac{3}{R} K_a + \frac{3}{R} d_i \right) + \frac{\pi r_c^2 k_1}{V_w} \times \\ \times \left(1 + \frac{V_w}{K_{ow} V_0} \right) + \frac{Q_a}{K_{ow} V_0} \left(H_c + \frac{3}{R} d_i \right), \quad (3.3)$$

де E – ступінь вилучення розчиненої фракції; C_{wi} - початкова концентрація забруднювача у воді мг/л; C_w - концентрація забруднювача на виході з колони мг/л; t – час флотації, с; R – радіус бульбашки, м; Q_a – швидкість потоку газу, мл/хв.; K_{ow} – коефіцієнт розподілу нафтопродукти-вода, (безрозмірний); H – константа Генрі, (безрозмірна); V_0 – об'єм органічного екстрагенту, л; V_w – об'єм води, л; K_a – коефіцієнт міжфазного розподілу, м; d – товщина водного застійного (буферного) шару, м; k_1 – коефіцієнт масопереносу між фазами органічного екстрагенту і водою, м/с; r_c – радіус, м.

В цілому, модель, в якій описується K_a , характеризує міжфазний поділ між екстрагентом і водою, модель, пов'язана з H , характеризує розподілення речовин в об'ємі води (система нафтопродукти-вода), а модель з K_1 і d_1 , характеризує механізм екстракції у системі рідина-рідина [6].

В якості розчинника використовуються органічні речовини, які мають нижчу густину, ніж вода, та слабку розчинність у ній. Крім того, екстрагент повинен сольватувати сублат (однак це не обов'язково; можна обійтися тільки його гідрофобністю), не повинен руйнувати його, не мати піноутворюючих властивостей і утворювати стійких емульсій з водою в органічній фазі, мати низький міжфазний натяг для запобігання коалесценції бульбашок при вході в органічний розчинник та бути нелетким.

Для підведення підсумку наведемо основні технологічні параметри яких необхідно дотримуватись для того, щоб очищення забруднених вод методом

					ХН 2115 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

флотоекстракції пройшло відбулось найповніше. Процес очищення води проводять при температурах від 50-60 ° С. Оптимальна тривалість флотації 10-20 хв. Шар екстрагенту повинен повністю покривати поверхню води, повинен бути достатньо товстим, щоб була можливість абсорбувати молекули полютанта, проте не занадто товстим, щоб не створювати занадто великі сили в'язкісного опору. В роботі товщина слою приймається 20 см.

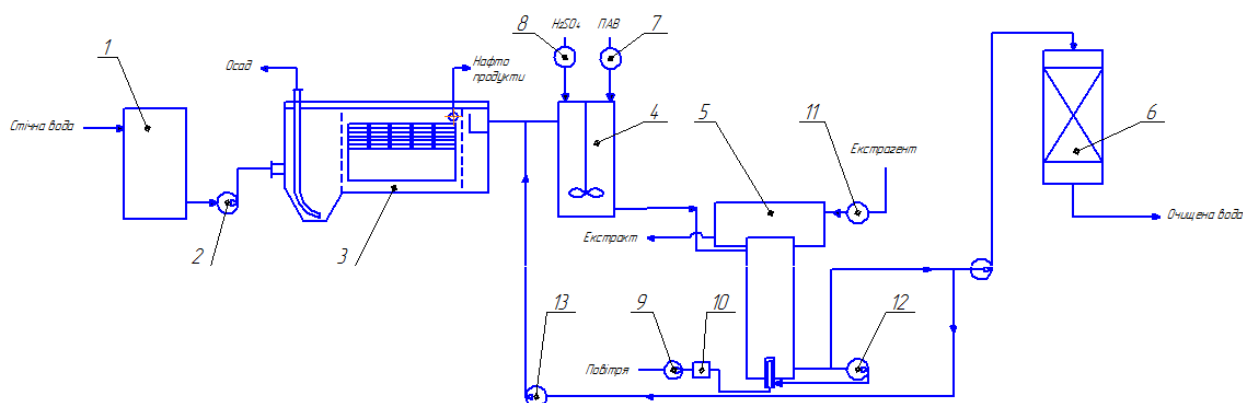
					ХН 2115 1440 000 ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4 ОПИС ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ВІДДІЛЕННЯ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД ВІД НАФТОПРОДУКТІВ

Мета очищення стічних вод – доведення її до показників, необхідних для повторного використання. До цеху очищення стічна вода надходить по сталевих трубах, де, проходячи коридорами, зливається у єдиний потік, тим самим вирівнюється концентрація вихідних речовин, що забруднюють воду.

Запропонована технологічна схема очищення стічних вод від нафтопродуктів включає сучасні рішення щодо автоматизації технологічного процесу. Висока ефективність роботи запропонованої технологічної схеми та обладнання для очищення води досягається за рахунок використання технічних рішень і розробок, які відповідають міжнародному рівню.

На рисунку 4.1 зображена технологічна схема очищення стічних вод від залишків нафтопродуктів методом флотоекстракції.



1 – бак-усереднювач; 2, 12, 13 – насоси; 3 – нафтовловлювач; 4 – бак-змішувач; 5 – флотатор; 6 – адсорбційний фільтр; 7, 8, 11 – дозатори; 9 – компресор; 10 – редукційний клапан

Рисунок 4.1 – Технологічна схема очищення стічних вод від залишків нафтопродуктів методом флотоекстракції

Вихідна вода надходить в бак 1, звідки насосом 2 вода подається у нафтовловлювач 3, який являє собою горизонтальний відстійник з блоком тонкого відстоювання, де видаляється грубодиспергована нафта та завислі

речовини, після нафтовловлювача воді поступає у бак з мішалкою 4, дозатором кислоти 6, відбувається корегування рН розчину.

Найвищий ступінь вилучення спостерігається при рН 7...9. Також у даний апарат дозатором 7 додаються поверхнево-активні речовини. За рахунок мішалки відбувається ефективне перемішування. ПАР виконують функцію колектора при флотоекстракції, утворюють сублати, а також зменшують поверхневий натяг води, в результаті чого розміри бульбашок повітря зменшуються. Компресором 9 у флотатор 5 подається повітря. У флотаторі на поверхню води, тонким шаром, надходить екстрагент з дозатора 11. Повітря піднімається у вигляді бульбашок, які захоплюють гідрофобні сублати нафтопродуктів і виносять їх в органічну фазу. Очищена вода відводиться з жолоба для очищеної води. Якщо концентрація нафтопродуктів перевищує 20 мг/дм³, вода знову повертається в цикл. Після флотатора вода подається на доочищення на адсорбційний фільтр із кварцовою загрузкою, де концентрація знижується до 0,5 мг/дм³.

Очищена вода відводиться через трубу в нижній частині флотатора. Частина очищеної води подається на сопло повітря для забезпечення сталого режиму подачі повітря у флотатор.

Очищену воду направляють на повторне використання в технологічний цикл.

					ХН 2115 1440 000 ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5 ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

5.1 Принцип роботи, характеристики флотоекстрактора

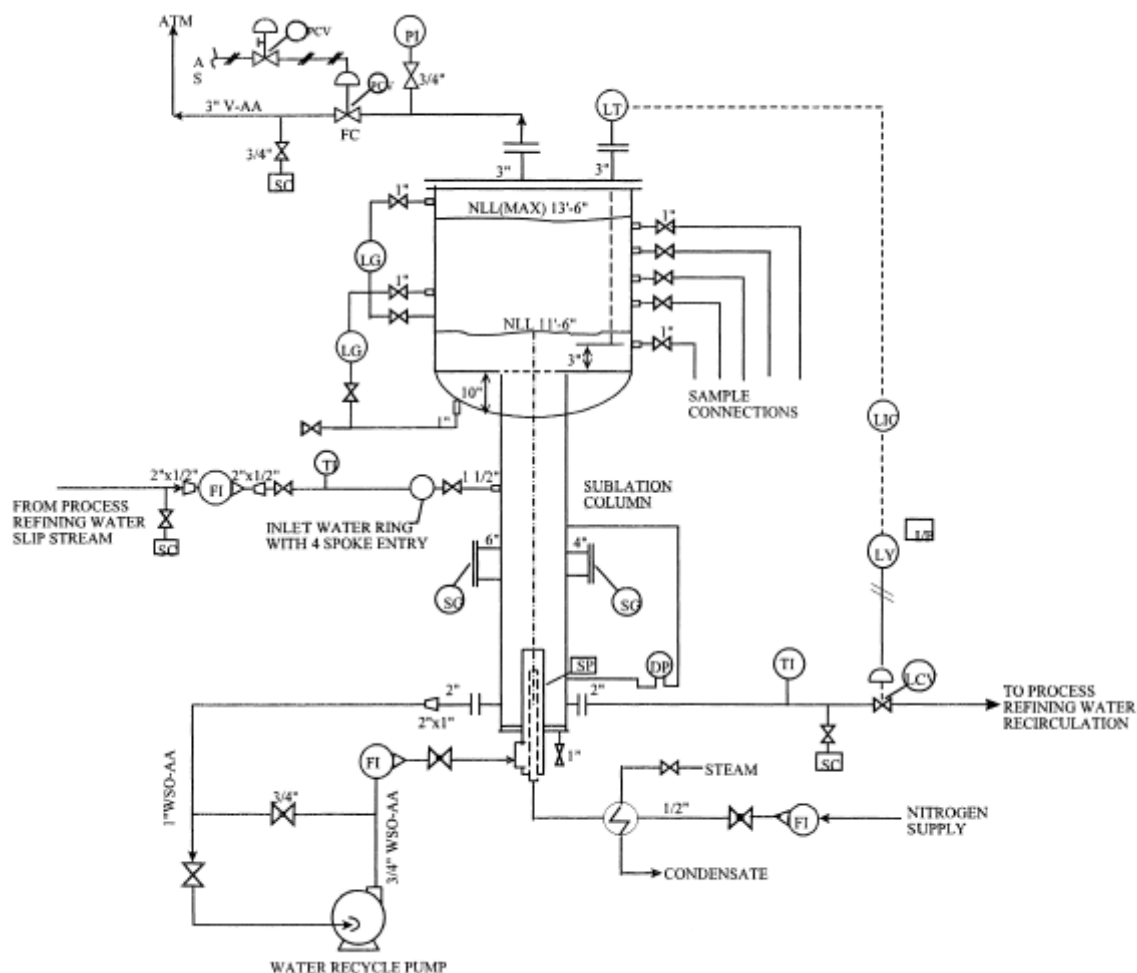
Флотоекстрактор був сконструйований в компанії BCP Ingredients, (Гейсмар, Луїзіана). Потік води подають безпосередньо в резервуар колони на висоті 4,5 метри над рівнем землі. З дна колони відводиться очищена вода. Повітря, яке бере участь в процесі, подається з дна флоекстракційної колони пористого барботера (модель 8501), який поставляється Mott Metallurgical Corporation, Farmington, CT. Цей унікальний барботер має питому площу пор $0,4 \text{ м}^2$, отвори 2 мкм в діаметрі, і виготовлений з нержавіючої сталі марки 316L (у перекладі на українську 35X18H15M3Г). У верхній частині колони встановлено запобіжний клапан і випускний отвір для видалення повітря [7].

Масло закачується в верхню частину колони з окремого бака. Площу взаємодії вода/масло можна регулювати за допомогою посиленого рівневого контролера.

Технологічна вода подавалася в флотоекстракційну колону за допомогою відцентрового насоса. Масло подається за допомогою пневматичного насоса.

Схематичне зображення флотоекстракційного процесу в колоні представлено на рисунку 5.1.

					ХН 2115 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35



D – індикатор перепаду тиску; FI – індикатор потоку; SC – частотний регулятор швидкості; SG – смотрове скло, SP – барботер, LIC – рівневий контролер, LT – рівневий датчик, LG – скляний наглядове пристрій; LCV – клапан, що регулює рівень води, LY – рівневі реле; PI – індикатор тиску, PCV – клапан регулюючий тиск, PI – індикатор температури

Рисунок 5.1 - Технологічна схема флотоекстракційного процесу

Головна флотоекстракційна колона складається з двох секцій. Нижня секція являє собою трубу виготовлену з вуглецевої сталі ВСт3сп із 2 штуцерами підводу і відводу води. Верхня секція являє собою резервуар також виготовлений з вуглецевої сталі ВСт3сп, проте усередині покритий тонким шаром легованої сталі 316L. Оглядове вікно, розташоване на резервуарі, дозволяє візуально стежити за площею взаємодії масла і води. Функція резервуара полягає в запобіганні змішування масла з потоком води, яка

циркулює в нижній частині флотоекстракційної колони. Нижня частина колони плавно розширюється, з'єднуючись з верхнім резервуаром. Між частинами колони розташовані заспокійливі решітки, які сприяють плавному розширенню і підведенню потоку бульбашок газу до поверхні вода / масло. Це також сприяє утворенню шару екстрагенту товщиною 20 см і шару застійної води 15-18 см, що сприяє додатковій стійкості проти змішування шару масла з об'ємом води. Застійна неаерована вода має велику щільність, ніж аерована вода в основній колоні, внаслідок цього вона виступає в якості буферної зони, запобігаючи змішуванню органічного розчинника і водної фази.

Колона може працювати в двох режимах. Перший, двофазний безперервний режим, під час якого змішуються зустрічні потоки води і потік бульбашок повітря, в той час як шар масла є нерухомим. Другий, трифазний безперервний режим, під час якого всі три потоки (повітря, вода, масло) безперервно подаються і відводяться. Змішуються зустрічні потоки води і потік бульбашок повітря, а масло повільно подається через верхню частину резервуара. На рисунку 5.2 схематично зображено два режими роботи.

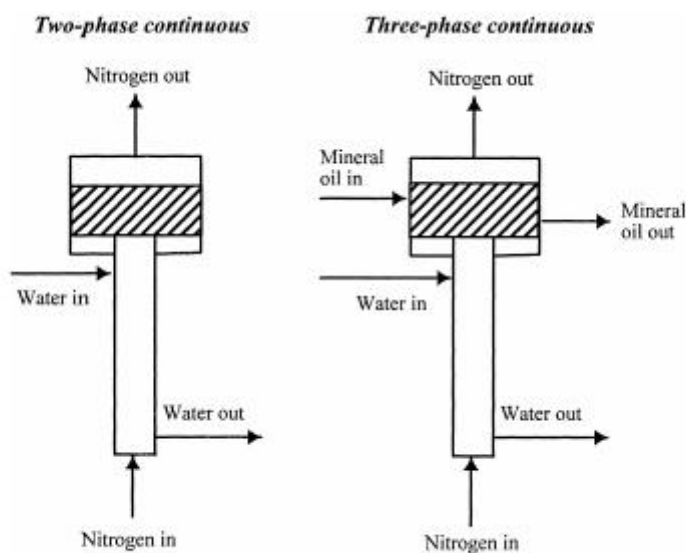


Fig. 2. Schematic of the two-phase and three-phase continuous modes of operation.

Рисунок 5.2 - Схематичне зображення двофазного і трифазного безперервного режиму роботи

Спочатку набирається об'єм води до необхідного рівня, на якому розташований рівневий датчик. Органічний розчинник (мінеральне масло) подається в колону за допомогою пневматичного насоса. Перша подача повітря здійснюється для того, щоб налаштувати контроль тиску і чітку витрату повітря в барботері. Далі подається вода в колону в режимі автоматичного регулювання рівня води, щоб налагодити стійку роботу рівневого контролера. Потім швидкість подачі води і подачі повітря доводять до потрібного значення. У випадку припинення роботи, подачу повітря зводять до мінімуму, щоб не дати рідині проникнути всередину барботера. Далі подача води зупиняється.

5.2 Розрахунок нафтовловлювача

Вихідні дані:

Продуктивність, м ³ /доб	1150;
Концентрація нафтопродуктів на вході, мг/дм ³	2200;
Швидкість руху водяного потоку, мм/с	5;
Гідравлічна крупність частинок, мм/с	0,5;
Коефіцієнт використання об'єму	0,7;
Висота ярусу (відстань між пластинами в блоці), мм	50;
Кут нахилу пластин, град	45;
Кількість пластин в блоці	20;
Кількість блоків в секції	6;
Ширина перегородки між блоками, м	0,01;
Ширина блоку пластин, м	1;
Ступінь очистки	95,5 %;
Висота «вільного борта», м	0,5.

Довжина пластини тонкого відстоювання:

$$l_{\pi} = \frac{v \cdot h}{K_3 \cdot u_0 \cdot 1000} = \frac{5 \cdot 50}{0,7 \cdot 0,5 \cdot 1000} = 0,714 \approx 0,75 \text{ м,}$$

					ХН 2115 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

де v – швидкість руху води в ярусі, мм/с;

h – висота ярусу, мм;

u_0 – гідравлічна крупність частинок, мм/с;

K_3 – коефіцієнт використання об'єму ярусу.

Висота ярусу по вертикалі:

$$b = h \cdot \sin \alpha = 50 \cdot \sin 45 = 35,36 \text{ мм},$$

де α – кут нахилу пластин до горизонту.

Висота блоку пластин:

$$h_6 = \frac{b \cdot n}{1000} = \frac{35,36 \cdot 20}{1000} = 0,707 \text{ м},$$

де n – кількість пластин в блоці.

Висота нафтовловлювача:

$$H = l_n \cdot \sin \alpha + h_n + h_6 \cdot \cos \alpha + h_3 = 0,75 \cdot \sin 45 + 0,5 + 0,707 \cdot \cos 45 + 0,1 = 1,63 \text{ м},$$

де h_n – висота «вільного борта»;

h_3 – висота запасу, яка забезпечує роботу у наднормовому режимі.

Довжина відділення тонкого відстоювання нафтовловлювача:

$$L_2 = n_1 \cdot b_6 + \Delta_6 \cdot (n_1 - 1) = 6 \cdot 1 + 0,01 \cdot (6 - 1) = 6,05 \text{ м},$$

де n_1 – кількість блоків в секції;

b_6 – ширина блоку пластин;

Δ_6 – товщина перегородки між пластинами.

Продуктивність яка, забезпечується такою конструкцією:

$$Q' = 3,6 \cdot L_2 \cdot v \cdot K_3 \cdot h_6 \cdot 24 = 3,6 \cdot 6,05 \cdot 5 \cdot 0,7 \cdot 0,707 \cdot 24 = 1293,5 \text{ м}^3/\text{доб}$$

Отже задана конструкція здатна забезпечити необхідну продуктивність 1150 м³/год.

Ширина нафтовловлювача:

$$B = b_6 + 2 \cdot b_3 = 1 + 2 \cdot 0,1 = 1,2 \text{ м},$$

де b_3 – відстань між блоком пластин і бортами нафтовловлювача, приймається 0,1 м.

Довжина зони грубого відстоювання:

					ХН 2115 1440 000 ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$L_1 = \frac{Q \cdot t_3 \cdot 50}{24 \cdot B \cdot 6000} = \frac{1150 \cdot 3 \cdot 50}{24 \cdot 1,2 \cdot 6000} = 0,612 \text{ м} \approx 0,7 \text{ м},$$

де t_3 – час за який досягається 50% освітлення, приймається 3 хв.

Загальна довжина нафтовловлювача:

$$L = L_1 + L_2 = 6,05 + 0,7 = 6,75 \text{ м}.$$

Концентрація нафтопродуктів на виході з нафтовловлювача:

$$C_{\text{кін}} = C_{\text{вих}} \cdot \frac{(100 - \chi)}{100} = 2200 \cdot \frac{(100 - 95,5)}{100} = 99 \approx 100 \frac{\text{мг}}{\text{дм}^3},$$

де χ – ступінь очищення.

5.3 Конструктивний розрахунок безнапірного флотатора баштового типу

Вихідні дані для розрахунку:

Продуктивність установки, $\text{м}^3/\text{добу}$ ($Q_{\text{ст.в}}$): 1150;

Час флотації, хв. ($t_{\text{ф}}$): 20;

Коефіцієнт аерації, ($k_{\text{аер}}$): 0,35;

Коефіцієнт відстійної зони, ($k_{\text{в.з}}$): 3;

Співвідношення стічна вода:екстрагент: 20:1.

Ступінь очищення 80%

Об'єм флотаційної камери за час флотації $t_{\text{ф}} = 20$ хв, і коефіцієнті аерації $k_{\text{аер}} = 0,35$ [7]:

$$V_{\text{ф.к}} = \frac{Q \cdot t_{\text{ф}}}{24 \cdot 60 \cdot (1 - k_{\text{аер}})} = \frac{1150 \cdot 20}{24 \cdot 60 \cdot (1 - 0,35)} = 25 \text{ м}^3.$$

Об'єм відстійної зони:

$$V_{\text{в.з}} = V_{\text{ф.к}} \cdot k_{\text{в.з}} = 25 \cdot 3 = 75 \text{ м}^3.$$

В якості органічного збирача, на основі експериментальних даних, було обрано біле мінеральне масло. Ступінь вилучення нафтопродуктів складає 95%. Об'єм екстрагента, необхідного для флотоекстракції:

$$V_{\text{екст}} = \frac{V_{\text{в.з}} + V_{\text{ф.к}}}{20} = \frac{25 + 75}{20} = 5 \text{ м}^3.$$

					ХН 2115 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

Загальний об'єм флотатора:

$$V_{\phi} = V_{\phi.к} + V_{в.з} + V_{екст} = 25 + 75 + 5 = 105 \text{ м}^3.$$

Об'єм одного флотатора складає 105 м^3 .

Екстрагент, повинен повністю покривати поверхню води. Для розрахунків прийнято, що товщина шару екстрагенту $\delta=0,2 \text{ м}$. Радіус верхньої частини пневматичного флотатора складає:

$$r = \sqrt{\frac{V_{екст}}{\delta \cdot \pi}} = \sqrt{\frac{5}{0,2 \cdot 3,14}} = 2,8 \text{ м}.$$

Висота верхньої частини флотатора:

$$H_{\phi} = \frac{V_{в.з}}{\pi \cdot r^2} = \frac{75}{3,14 \cdot 2,8^2} = 3 \text{ м}.$$

Співвідношення висот нижньої і верхньої камери: 2:1. Довжина нижньої камери 6 м.

Радіус флотаційної камери (нижньої частини флотатора):

$$r_{\phi.к} = \sqrt{\frac{V_{\phi.к}}{H \cdot \pi}} = \sqrt{\frac{25}{6 \cdot 3,14}} = 1,2 \text{ м};$$

$$C_{кін} = C_{вих} \cdot \frac{(100 - \chi)}{100} = 100 \cdot \frac{(100 - 80)}{100} = 20 \frac{\text{мг}}{\text{дм}^3}.$$

Воду з такою концентрацією нафтопродуктів можна використовувати як технічну (оборотну) воду у виробництві. Якщо воду необхідно скидати в побутово-господарські водні об'єкти, то її необхідно доочищати до концентрації $0,5 \text{ мг/дм}^3$, що досягається на кварцових фільтрах.

5.3.1 Товщина стінки апарату

Вихідні дані:

Внутрішній діаметр верхньої частини колони D, м 5,6;

Висота верхньої частини флотатора, м: 3;

Внутрішній діаметр нижньої частини колони D, м 2,4;

					ХН 2115 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

Висота нижньої частини флотатора, м: 6;
 Допустиме напруження на сталь $[\sigma]$, МПа 140;
 Додаток до товщини стінки на корозію та ерозію C_1 , м 0,001.

Очевидно, що на нижню частину колони діє більша сила гідростатичного тиску, тому будемо розраховувати товщину стінки для нижньої колони як для всього апарату.

Гідростатичний тиск, що діє на нижню частину колони (оскільки густина води більша за густину водо-нафтової суміші, то розрахунки будуть вестись відносно густини води за температури 20°C , щоб врахувати пуско-налагоджувальні роботи, які проводяться з незабрудненою водою) [9]:

$$P = \rho g H_{\text{заг}} = 998 \cdot 9,81 \cdot (3 + 6) = 88113,42 \text{ Па}.$$

Розрахунок співвідношення:

$$\frac{\sigma}{P} \cdot \varphi = \frac{140}{0,088113} \cdot 0,9 = 1430 > 25.$$

Умова виконується, тому використовується наступна формула для обчислення номінальної розрахункової товщини стінки корпусу:

$$s' = \frac{D \cdot p}{2 \cdot \sigma \cdot \varphi} = \frac{2,4 \cdot 0,188133}{2 \cdot 140 \cdot 0,9} = 0,00179 \text{ м},$$

де φ – коефіцієнт міцності зварного шва.

$$S = s' + C_1 + C_2 + C_3,$$

де C_1 – додаток на компенсацію корозії:

$$C_1 = \vartheta \cdot \tau = 0,03 \cdot 8 = 0,24 \text{ мм} = 0,00024 \text{ м},$$

де $\vartheta = 0,03 \text{ мм/рік}$ – швидкість корозії;

$\tau = 8 \text{ років}$ – орієнтовний срок служби апарата;

C_3 – додаток на округлення товщини стінки;

$$C_3 = 1,05 \text{ мм} = 0,00105 \text{ м}.$$

$$S = s' + C_1 + C_2 + C_3 = 0,00179 + 0,00024 + 0 + 0,00105 = 0,00308 \text{ м}.$$

Згідно з розрахованими даними приймаємо товщину стінки корпусу

$$S = 0,006 \text{ м}.$$

Допустимий тиск:

					ХН 2115 1440 000 ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$[P] = \frac{2 \cdot \sigma \cdot \varphi \cdot (S - C_k)}{D + (S - C_k)} = \frac{2 \cdot 140 \cdot 0,9 \cdot (0,006 - 0,00024)}{2,4 + (0,006 - 0,00024)} = 0,6 \text{ МПа.}$$

Перевіряємо умову міцності:

$$P \leq [P];$$

$$0,188 \text{ МПа} \leq 0,6 \text{ МПа.}$$

Розрахований допустимий тиск в обичайці більший за робочий, тобто умова міцності виконується.

5.3.2 Розрахунок еліптичної кришки

Прийнято товщину стінки такою ж самою як для обичайки. Перевірка умови міцності [9]:

$$[P] = \frac{2 \cdot \sigma \cdot \varphi \cdot (S - C_k)}{D + 0,5 \cdot (S - C_k)} = \frac{2 \cdot 140 \cdot 0,9 \cdot (0,006 - 0,00024)}{2,4 + 0,5 \cdot (0,006 - 0,00024)} = 0,604 \text{ МПа.}$$

$$P \leq [P];$$

$$0,188 \text{ МПа} \leq 0,6 \text{ МПа.}$$

Розрахований допустимий тиск в обичайці більший за робочий, тобто умова міцності виконується [3].

5.4 Розрахунок насосів та трубопроводів

Вихідні дані: насос для перекачування стічної води до сатуратора за температури 20 °С. Витрата води 1150 м³/добу, що дорівнює 0,0133 м³/с. Витрата екстрагенту 5 м³/год, що дорівнює 0,00139 м³/с. Геометрична висота підйому води 9 м. Шар екстрагенту 20 см. Довжина трубопроводу стічної води на лінії всмоктування 10 м, на лінії нагнітання 20 м. Довжина трубопроводу екстрагенту на лінії всмоктування 1 м, на лінії нагнітання 1 м.

Вибір трубопроводу. Для всмоктувального і нагнітального трубопроводу стічної води прийнято однакову лінійну швидкість води ω , що дорівнює 2 м/с. Тоді діаметр дорівнює [9]:

$$d = \sqrt{\frac{4Q}{\pi\omega}} = \sqrt{4 \cdot 0,0133 / (3,14 \cdot 2)} = 0,092 \text{ м.}$$

					ХН 2115 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

Обирано трубопровід з внутрішнім діаметром $d=0,096$ м. Товщина стінки рівна $0,002$ м, та зовнішній діаметр $0,1$ м.

Фактична швидкість води в трубі:

$$\omega = 4Q/\pi d^2 = 4 \cdot 0,0133 / (3,14 \cdot 0,01^2) = 1,7 \frac{M}{c}.$$

Прийнято, що трубопровід сталевий (ВСТЗсп), корозія незначна.

Визначення втрат на тертя і місцеві опори:

розрахунок критерію Рейнольдса:

$$Re = \omega d \rho / \mu = 1,7 \cdot 0,1 \cdot 998 / 1,005 \cdot 10^{-3} = 168816 .$$

Оскільки динамічна в'язкість нафти варіюється у великому діапазоні (від $0,1$ до 100 мПа·с), то для розрахунків використовували значення в'язкості для води ($\mu=1,005$ мПа·с).

Це значення критерію Рейнольдса вказує на турбулентний режим.

Абсолютну шорсткість трубопроводу прийнято рівною $2 \cdot 10^{-4}$ м. В цьому випадку:

$$e = \Delta / d = 2 \cdot 10^{-4} / 0,1 = 0,002;$$

$$560 \cdot 1/e = 280000;$$

$$10 \cdot 1/e = 5000.$$

Умова $10 \cdot 1/e < Re < 560 \cdot 1/e$ виконується і розрахунок λ слід проводити за формулою:

$$\lambda = 0,11 \cdot \left(\frac{1}{e} + \frac{68}{Re} \right)^{0,25} = 0,11 \cdot \left(\frac{1}{0,002} + \frac{68}{168816} \right)^{0,25} = 0,52.$$

Визначення втрати напору для всмоктувальної і нагнітальної ліній

Для всмоктувальної лінії втрата напору складає:

$$h_{п.вс} = \left(\lambda \frac{l}{de} + \Sigma \xi_{м.с} \right) \frac{\omega^2}{2g} = \left(0,52 \cdot \frac{10}{0,1} + 1,96 \right) \frac{1,7^2}{2 \cdot 9,81} = 7,95 \text{ м},$$

де $\Sigma \xi_{м.с}$ - сума коефіцієнтів місцевих опорів на всмоктувальній лінії.

					ХН 2115 1440 000 ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\Sigma \xi_{м.с} = \xi_1 + 2 \xi_2 + 4 \xi_3 = 0,5 + 2 \cdot 0,55 + 4 \cdot 0,09 = 1,96,$$

де ξ_1 - опір на вході в трубу;

ξ_2 - опір на прямоточних вентилях;

ξ_3 - опір при відведенні.

Для нагнітальної лінії втрата напору дорівнює:

$$h_{п.наг} = \left(\lambda \frac{l}{de} + \Sigma \xi_{м.с} \right) \frac{\omega^2}{2g} = \left(0,24 \frac{20}{0,1} + 5,43 \right) \frac{1,7^2}{2 \cdot 9,81} = 16,12 \text{ м},$$

де $\Sigma \xi_{м.с}$ - сума коефіцієнтів місцевих опорів на лінії нагнітання.

$$\Sigma \xi_{м.с} = 3 \xi_1 + 1 \xi_2 + 2 \xi_3 + \xi_4 = 3 \cdot 0,09 + 4 \cdot 1,04 + 1 = 5,43,$$

де ξ_1 - опір на відводах під кутом 90° ;

ξ_2 - опір на прямоточних вентилях;

ξ_3 - опір на виході з труби.

Загальні втрати напору складають 24,07 метри.

Вибір насоса. Напір насоса:

$$H = H_{\Gamma} + h = 9 + 24,07 = 33,07 \text{ м вод.ст.},$$

де H_{Γ} – геометрична висота підйому рідини, м.

Напір до 40 м при заданій продуктивності забезпечується відцентровими насосами.

Корисна потужність насоса:

$$N_{\Pi} = \rho g Q H = 998 \cdot 9,81 \cdot 0,0133 \cdot 33,07 = 4,31 \text{ кВт}.$$

					ХН 2115 1440 000 ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Прийнявши к.к.д. передачі $\eta_{\text{ПЕР}} = 1$ і $\eta_H = 0,6$ (для відцентрового насоса середньої продуктивності), знайдено потужність на валу двигуна:

$$N = N_{\text{П}} / (\eta_H \cdot \eta_{\text{ПЕР}}) = 4,31 / (0,6 \cdot 1) = 7,18 \text{ кВт}.$$

Заданим подачі і напору найбільше відповідає відцентровий насос КМ 80-65 160Е, для якого витрата $50 \text{ м}^3/\text{год}$, напір 32 м в.ст. [10].

Для всмоктувального і нагнітального трубопроводу екстрагенту прийнято однакову лінійну швидкість води ω , що дорівнює $0,2 \text{ м/с}$, щоб забезпечити ламінарний режим руху. Тоді діаметр дорівнює:

$$d = \sqrt{\frac{4Q}{\pi\omega}} = \sqrt{4 \cdot 0,00139 / (3,14 \cdot 0,2)} = 0,094 \text{ м}.$$

Обирано трубопровід із внутрішнім діаметром $d=0,096 \text{ м}$. Товщина стінки рівна $0,002 \text{ м}$, зовнішній діаметр $0,1 \text{ м}$.

Фактична швидкість води в трубі:

$$\omega = 4Q / \pi d^2 = 4 \cdot 0,00139 / (3,14 \cdot 0,1^2) = 0,177 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

Прийнято, що трубопровід із нержавіючої сталі 12Х18Н10Т, корозія незначна.

Визначення втрат на тертя і місцеві опори:

розрахунок критерію Рейнольдса для білого масла:

$$\text{Re} = \omega d \rho / \mu = 0,177 \cdot 0,1 \cdot 814 / 3,692 \cdot 10^{-3} = 3902.$$

де $\rho(\text{БМ})=814 \text{ кг/м}^3$, $\mu(\text{БМ})=3,692 \cdot 10^{-3} \text{ мПа} \cdot \text{с}$.

Це значення критерію Рейнольдса вказує на ламінарний режим.

Розрахунок λ слід проводити за формулою:

$$\lambda = \frac{64}{\text{Re}} = \frac{64}{3902} = 0,0164.$$

Визначено втрачений напір для всмоктувальної і нагнітальної ліній.

Для всмоктувальної лінії втрата напору складає:

					ХН 2115 1440 000 ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$h_{п.вс} = \left(\lambda \frac{l}{de} + \Sigma \xi_{м.с} \right) \frac{\omega^2}{2g} = \left(0.0164 \frac{1}{0.1} + 2,38 \right) \frac{0,177^2}{2 \cdot 9.81} = 0,0041 \text{ м},$$

де $\Sigma \xi_{м.с}$ - сума коефіцієнтів місцевих опорів на всмоктувальній лінії.

$$\Sigma \xi_{м.с} = \xi_1 + 2 \xi_2 + 2 \xi_3 + \xi_4 = 0,5 + 2 \cdot 0,55 + 2 \cdot 0,14 + 0,5 = 2,38,$$

де ξ_1 - опір на вході в трубу;

ξ_2 - опір на прямоточних вентилях;

ξ_3 - опір відводах під кутом 90° .

ξ_4 - опір на виході з труби.

Для нагнітальної лінії втрата напору дорівнює:

$$h_{п.наг} = \left(\lambda \frac{l}{de} + \Sigma \xi_{м.с} \right) \frac{\omega^2}{2g} = \left(0.0164 \frac{1}{0.1} + 1,83 \right) \frac{0,177^2}{2 \cdot 9.81} = 0,0032 \text{ м},$$

де $\Sigma \xi_{м.с}$ - сума коефіцієнтів місцевих опорів на лінії нагнітання.

$$\Sigma \xi_{м.с} = \xi_1 + \xi_2 + 2 \xi_3 + \xi_4 = 0,5 + 0,55 + 2 \cdot 0,14 + 0,5 = 1,83 ,$$

де ξ_1 - опір на вході в трубу;

ξ_2 - опір на прямоточних вентилях;

ξ_3 - опір відводах під кутом 90° ;

ξ_4 - опір на виході з труби.

Загальні втрати напору складають 11,85 метри.

Вибір насоса. Напір насоса:

$$H = H_{г} + h = 0,2 + 0,0041 + 0,0032 = 0,2073 \text{ м вод.ст.},$$

де $H_{г}$ – геометрична висота підйому рідини, м.

					ХН 2115 1440 000 ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Корисна потужність насоса:

$$N_{\Pi} = \rho g Q H = 814 \cdot 9,81 \cdot 0,00139 \cdot 0,2071 = 0,08 \text{ кВт.}$$

Прийнявши к.к.д. передачі $\eta_{\text{ПЕР}} = 1$ і $\eta_H = 0,6$, знайдено потужність на валу двигуна:

$$N = N_{\Pi} / (\eta_H \cdot \eta_{\text{ПЕР}}) = 0,08 / (0,6 \cdot 1) = 0,131 \text{ кВт.}$$

Для подачі невеликої дозованої кількості реагентів у промисловості використовують насос з пневматичним приводом Haskel AVT-4 [11], потужністю 1,12 кВт. Матеріал поршня: алюміній/бронза/нержавіюча сталь, плунжера: нержавіюча сталь 15.5.

Для відведення осаду з нафтовловлювача рекомендується використовувати вертикальний відцентровий насос ІМ 140, продуктивністю до 40 м³/год, потужністю 3 кВт, для перекачування частинок з розміром до 12 мм [12].

Знайдено об'єм нафти, яка видаляється з нафтовловлювача:

$$Q_{\text{нафт}} = \frac{Q_{\text{води}} \cdot (C_{\text{вх}}^{\text{нафт}} - C_{\text{кін}}^{\text{нафт}})}{24 \cdot \rho \cdot 1000} = \frac{1150 \cdot (2200 - 100)}{24 \cdot 0,85 \cdot 1000} = 118,4 \frac{\text{дм}^3}{\text{год}},$$

де $Q_{\text{води}}$ - продуктивність схеми за стічною водою, м³/доб;

$C_{\text{вх}}^{\text{нафт}}$ - концентрація нафтопродуктів на вході в нафтовловлювач, мг/дм³;

$C_{\text{кін}}^{\text{нафт}}$ - концентрація нафтопродуктів на виході з нафтовловлювача мг/дм³;

ρ – густина нафти, г/см³.

Для відведення нафтопродуктів з нафтовловлювача рекомендується використовувати насос НД 160/63, продуктивністю 160 дм³/год, потужністю 1,5 кВт і максимальним тиском 63 кгс/см² [13].

Прийнято штуцера зі сталевими плоскими зварними фланцями з з'єднуючим виступом. Схематичне зображення штуцера наведено на рисунку 5.1.

					ХН 2115 1440 000 ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

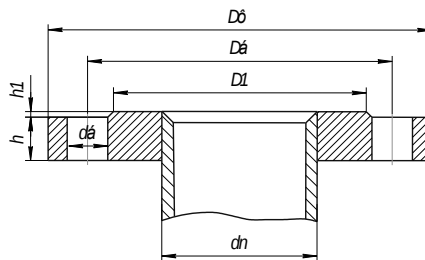


Рисунок 5.1 - Фланець для штуцерів.

Обрано по D_y і $P=0,6$ МПа.

В даній колоні не відбувається фазового переходу розчину екстрагенту та води внаслідок малих різниць температур, тому вхідні та вихідні штуцера для одного і того ж середовища будуть з однаковими діаметрами.

Штуцера для введення і відведення стічної води:

штуцер 100-0,6-1-1-150-Ст3пс АТК 24.218.06-90, кріпиться болтами М18, $z = 4$ шт, $h = 15$ мм.

Штуцера для введення і відведення екстрагенту:

штуцер 100-0,6-1-1-150-12Х18Н10Т АТК 24.218.06-90, кріпиться болтами М18, $z = 4$ шт, $h = 15$ мм.

У якості засувки рекомендується використати засувку нержавіючу клинову 30нж41нж Ду100 Ру16 для трубопроводів як з водою, так і з екстрагентом [14].

5.5 Розрахунок механічного фільтра

Необхідна площа фільтрування визначається за формулою:

$$F' = Q_0 \cdot k / \omega = 48 \cdot 1,1/10 = 5,28 \text{ м}^2,$$

де Q_0 - продуктивність фільтрів по проясненій воді з урахуванням витрати води на їхні власні нестатки, $\text{м}^3/\text{год}$;

ω - швидкість фільтрування при нормальному режимі роботи фільтрів, $\text{м}/\text{год}$;

					ХН 2115 1440 000 ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

k – коефіцієнт запасу площі.

Діаметр фільтру:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot F}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 5,28}{3,14}} = 2,6 \text{ м}.$$

Обрано фільтр ФОВ-2,6-0,6 з висотою фільтруючої насадки 1000 мм і площею фільтрування 5,3 м² [15]:

$$q_{\text{розп}} = f \cdot i \cdot t_{\text{розп}} \cdot 60/1000,$$

де f - площа фільтрування фільтра, м²;

i - інтенсивність розпушення кварцового фільтра, л/(с·м²);

$t_{\text{розп}}$ - тривалість розпушення фільтра, хв.;

$$q_{\text{розп}} = 5,3 \cdot 15 \cdot 6 \cdot 60/1000 = 28,62 \text{ м}^3.$$

Витрата води на відмивання фільтрів шляхом спуску в дренаж першого мутного фільтрату зі швидкістю 4 м/с протягом 10 хв:

$$q_{\text{відм}} = f \cdot \omega \cdot t_{\text{відм}}/60,$$

де ω - швидкість фільтрування, м/год;

$t_{\text{відм}}$ - тривалість відмивання фільтра, хв.;

$$q_{\text{відм}} = 5,3 \cdot 6 \cdot 10/60 = 5,3 \text{ м}^3.$$

Годинна витрата води на власні нестатки усіх фільтрів визначається за формулою:

$$q_{\text{Г}} = (q_{\text{розп}} + q_{\text{відм}}) \cdot m \cdot n/24,$$

де m - кількість відмивань фільтра на добу, приймається рівним 2;

					ХН 2115 1440 000 ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$q_{\Gamma} = (28,62 + 5,3) \cdot 2 \cdot 2/24 = 5,66 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Продуктивність фільтрів з урахуванням витрати води на власне споживання визначається за формулою:

$$Q_{\text{в.н.}} = Q_0 + q_{\Gamma} = 48 + 5,66 = 53,66 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Дійсна швидкість фільтрування при роботі усіх фільтрів дорівнює:

$$\omega_n = Q_{\text{в.н.}} / (n \cdot f) = 53,66 / (2 \cdot 5,3) = 5,06 \text{ м/год.},$$

а під час вимикання одного з фільтрів на промивання:

$$\omega_{n-1} = Q_{\text{в.н.}} / ((n - 1) \cdot f) = 53,66 / (1 \cdot 5,3) = 10,12 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Перспективним є використання замість кварцового піску олеофільних загрузок. Є позитивний досвід очищення нафтовмісних стічних вод на фільтрах із сорбентом «Уремікс 913», ємність якого по нафті досягає 60-80 кг/м³. Застосовується даний фільтр для очищення промислових стічних вод від неемульгованих нафтопродуктів, за винятком летких (бензин і інші) і важких (мазути). Концентрація суспензій обмежена 10 мг/дм³, температура - від 5 до 40 °С. При дотриманні вмісту в вихідній воді масел і нафтопродуктів до 50 мг/л і швидкості фільтрування до 25 м/год фільтр забезпечує ефект очищення понад 80% при тривалості міжпромивного періоду 22 години [2, 4].

5.6 Розрахунок бака-усереднювача

Допустима концентрація забруднень – максимально допустима концентрація забруднень у стічній воді, яка безпосередньо чи опосередковано негативно не впливає на здоров'я людей і на навколишнє природне середовище.

Вихідні дані для обчислення представлені в таблиці 5.1.

					ХН 2115 1440 000 ПЗ	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 5.1 – Концентрація забруднень

Концентрація	Значення, мг/дм ³
Максимальна концентрація забруднень в стоках, $C_{\text{макс}}$	10000
Середня концентрація забруднень в стоках, $C_{\text{сер}}$	2200
Допустима концентрація забруднень в стоках, $C_{\text{доп}}$	1500

Коефіцієнт усереднення:

$$K = \frac{C_{\text{max}} - C_{\text{сер}}}{C_{\text{сер}} - C_{\text{доп}}} = \frac{10000 - 2200}{2200 - 1500} = 11,14.$$

Об'єм усереднювача:

$$V = \frac{Qt_z K}{2} = \frac{48 \cdot 1 \cdot 11,14}{2} = 267,4 \text{ м}^3.$$

Обрано циліндричний вертикальний усереднювач РВС-300, який складається з одного відділення ($n=1$) глибиною $H=7,5$ м, діаметр 7,58 м [16].

5.7 Вибір компресора

На 1 дм³ стічної води потрібно подати 0,05 дм³ повітря.

За заданої продуктивності води 1150 м³/добу, потрібно 2,4 м³/год повітря, отже компресор повинен працювати з продуктивністю 2,4 м³/год.

Для забезпечення необхідної продуктивності підходить стандартний поршневий компресор з прямим приводом СБ4/С-50.GM192, продуктивністю - 105 дм³/хв, тиск - 8 атм, ресивер - 50 л. Вага - 40 кг, потужністю 1,3 кВт [17].

6 АВТОМАТИЧНЕ РЕГУЛЮВАННЯ ТА КОНТРОЛЬ ПРОЦЕСУ ОЧИЩЕННЯ СТИЧНИХ ВОД ВІД НАФТОПРОДУКТІВ

Промислові підприємства витрачають величезну кількість води, а деякі вимагають навіть безперервної подачі води. Зі збільшенням потужності підприємств, використанням складних технологічних процесів, споживання води збільшується.

Система водовідведення підприємства призначена для забезпечення відводу води, що в силу придбаних технологічних і виробничих забруднень перетворилася в стічну воду, яку необхідно очищати перед повторним використанням або скиданням до каналізаційної мережі. Після використання у виробничих цілях вода змінює свої первинні властивості, що робить її непридатною для подальшого використання, тобто вона перетворюється у виробничі стічні води (промислові стоки).

У складі інженерних комунікацій кожного промислового підприємства є комплекс водовідвідних мереж і споруд, за допомогою яких здійснюється відведення з території підприємства стічних відпрацьованих вод (якщо подальше використання їх неможливо за технічними умовами або недоцільно за техніко-економічними показниками), а також споруд і устаткування для очищення стічних вод та видалення з них цінних речовин і домішок.

При проектуванні очисних споруд необхідно враховувати склад і властивості виробничих стічних вод, норми водовідведення на одиницю продукції, умови випуску виробничих стоків у міську каналізацію й водойми, а також необхідний ступінь їх очищення.

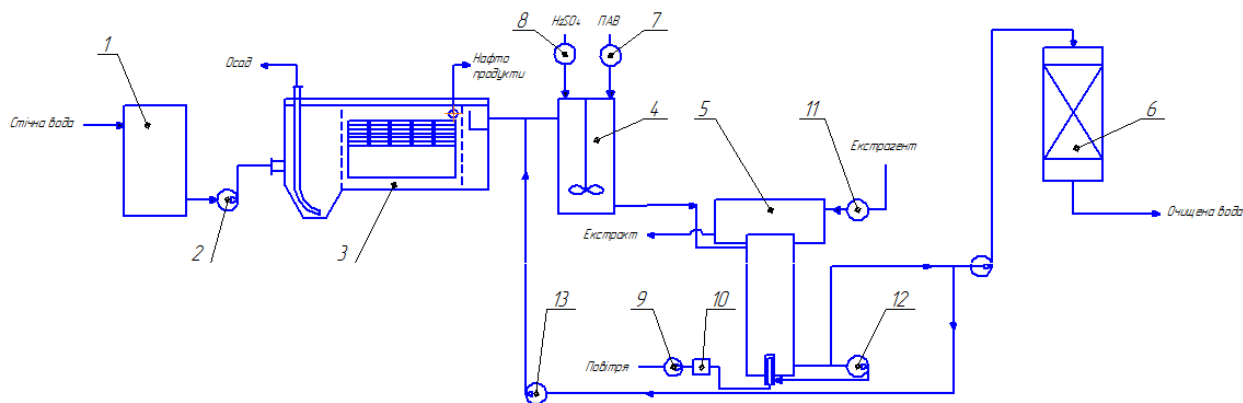
6.1 Опис технологічної схеми очищення стічних вод від нафтопродуктів

Запропонована технологічна схема очищення стічних вод від нафтопродуктів включає сучасні рішення щодо автоматизації технологічного процесу. Висока ефективність роботи запропонованої технологічної схеми та

					ХН 2115 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

обладнання для очищення води досягається за рахунок використання технічних рішень і розробок, які відповідають міжнародному рівню [18,19].

На рисунку 6.1 зображена технологічна схема очищення стічних вод від іонів важких металів методом флотоекстракції.



1 – бак-усереднювач; 2, 12, 13 – насоси; 3 – нафтовловлювач; 4 – бак-змішувач; 5 – флотатор; 6 – адсорбційний фільтр; 7, 8, 11 – дозатори; 9 – компресор; 10 – редукційний клапан

Рисунок 6.1 – Технологічна схема очищення стічних вод від нафтопродуктів методом флотоекстракції

Вихідна вода надходить до баку 1, звідки насосом 2 вода подається у нафтовловлювач 3, який являє собою горизонтальний відстійник з блоком тонкого відстоювання, де видаляється грубодиспергована нафта та завислі речовини, після нафтовловлювача вода поступає у бак з мішалкою 4, дозатором кислоти 6, відбувається корегування рН розчину. Найвищий ступінь вилучення спостерігається при рН 7...9. Також у даний апарат дозатором 7 додаються поверхнево-активні речовини. За рахунок мішалки, відбувається ефективно перемішування. ПАР виконують функцію колектора при флотоекстракції, утворюють сублати, а також зменшують поверхневий натяг води, в результаті чого розміри бульбашок повітря зменшуються. Компресором 9 у флотатор 5 подається повітря. До флотатора на поверхню води, тонким шаром, надходить екстрагент з дозатора 11. Повітря піднімається у вигляді бульбашок, які захоплюють гідрофобні сублати нафтопродуктів і виносять їх в органічну фазу.

					ХН 2115 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

Очищена вода відводиться з жолоба для очищеної води. Якщо концентрація нафтопродуктів перевищує 20 мг/дм^3 , вода знову повертається в цикл. Після флотатора вода подається на доочищення на кварцовий адсорбційний фільтр, де концентрація знижується до $0,5 \text{ мг/дм}^3$.

Очищену воду спрямовують на повторне використання в технологічний цикл.

6.2 Аналіз технологічного процесу очищення стічних вод від нафтопродуктів методом флотоекстракції як об'єкта автоматизації

Автоматизація виробничих процесів – один з найважливіших напрямків технічного прогресу всіх галузей народного господарства. Засоби автоматизації широко використовуються в різних сферах діяльності людини.

Проаналізувавши процес флотоекстракційного очищення стічних вод від нафтопродуктів, було вирішено застосувати автоматичне регулювання та контроль таких параметрів:

- контроль та регулювання витрати води на вході до системи;
- контроль та регулювання витрати реагентів, які корегують значення рН;
- контроль та регулювання витрати реагентів (ПАР);
- контроль та регулювання витрати повітря з компресора;
- контроль рівня води у флотаторі;
- контроль рівня екстрагента у флотаторі;
- контроль та регулювання рівня води у нафтовловлювачі;
- контроль рівня води в усереднювачі;
- контроль та регулювання рівня води у баці з мішалкою;
- контроль та регулювання витрати екстрагента;
- контроль якості очищеної води – концентрація нафтопродуктів;
- контроль якості вхідної води – концентрація нафтопродуктів;
- контроль якості вхідної води – каламутність.

Основні параметри контролю та регулювання наведено в таблиці 6.1.

					ХН 2115 1440 000 ПЗ	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 6.1 – Параметри контролю та керування виробництвом

№ п/п	Найменування стадії процесу, місце заміру параметра	Найменування параметра, що контролюється чи регулюється	Норма технологічного режиму та допустимих відхилень	Вимоги до схеми автоматизації (контроль, регулювання, сигналізація)
1	2	3	4	5
1	Трубопровід подачі води на очищення	Витрата	48 м ³ /год	Контроль, регулювання
2	Трубопровід подачі води в нафтовловлювач	Концентрація нафтопродуктів	2200 мг/дм ³	Контроль, регулювання
3	Трубопровід подачі води в нафтовловлювач	Каламутність	2000 мг/дм ³	Контроль, регулювання
4	Усереднювач	Рівень	7 м	Контроль
5	Нафтовловлювач	Рівень	1,15 м	Контроль, регулювання
6	Бак з мішалкою	pH	7...9	Контроль, регулювання
6	Бак з мішалкою	Рівень	—	Контроль, регулювання
7	Флотатор	Рівень	—	Контроль, регулювання
8	Трубопровід подачі реагентів pH	Витрата	—	Контроль
9	Трубопровід подачі реагентів ПАР	Витрата	—	Контроль, регулювання
10	Трубопровід подачі з флотатора на фільтр	Концентрація	20 мг/дм ³	Контроль, регулювання

					ХН 2115 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

1	2	3	4	5
11	Адсорбційний фільтр	Різниця тисків	–	Контроль, сигналізація
12	Трубопровід подачі повітря з компресора	Витрата	100 м ³ /год	Контроль, регулювання
13	Трубопровід подачі екстрагента	Витрата	–	Контроль, регулювання

6.3 Опис розробленої схеми автоматизації очищення стічних вод від нафтопродуктів

Схема автоматизації відділення флотоекстракційного очищення стічних вод від нафтопродуктів містить низку контурів автоматичного контролю параметрів технологічного процесу та автоматичного регулювання.

У процесі дослідження робочих процесів основними контрольованими параметрами є: рівень, витрата, тиск, хімічний склад речовини.

В усереднювачі, нафтовловлювачі, баку-змішувачі, флотаторі контролюється рівень рідини, адже процес не може проходити нормально, якщо в апаратах рівень не відповідає необхідному. Контролюється концентрація нафтопродуктів і каламутність у вихідній воді, оскільки від цих параметрів залежить продуктивність відвідних пристроїв в нафтовловлювачі. Витрата вхідних речовин регулюється автоматично, оскільки залежно від витрати вхідної води та реагентів, що додаються, буде залежати чи якісно пройшов процес очищення. Також проходить автоматичний контроль показника рН та концентрації води, це є характеристикою якості процесу очищення води.

Для контролю та регулювання витрат в трубопроводах схеми на різних стадіях очищення та подачі реагентів використовуються контури 1, 2, 3, 6, 13.

Вони включають такі засоби автоматизації: діафрагми камерні (поз. 1-1, 2-1, 3-1, 6-1, 13-1); вимірювальні тензоперетворювачі перепаду тиску (1-2, 2-2, 3-2, 6-2, 13-2); автоматичні показувальні і реєструвальні вторинні прилади (1-3,

2-3, 3-3,6-3, 13-3); регулятори мікропроцесорні (1-4, 2-4, 6-4, 13-4); магнітні пускачі ПБР-2М (МП1, МП2, МП5, МП6, МП11); механізми виконавчі електричні (1-5, 2-5, 6-5, 13-5)

Для контролю за рівнем у баку-усереднювачі та флотаторі використовують контури 6, 8, 9, які включають такі засоби автоматизації: рівнеміри буйкові з пневматичним передавальним перетворювачем (6-1, 8-1, 9-1); автоматичні показувальні і реєструвальні вторинні прилади (6-2, 8-2, 9-2), перетворювачі пневмоелектричні (6-3, 8-3, 9-3).

Для контролю та регулювання рівня у баку-змішувачі та нафтовловлювачі використовують контури 7, 12, а в них застосовуються такі технічні засоби автоматизації: первинні вимірювальні перетворювачі акустичних рівнемірів (7-1, 12-1); проміжні вимірювальні перетворювачі акустичних рівнемірів (7-2, 12-2); автоматичні показувальні і реєструвальні вторинні прилади (7-3, 12-3); регулятори мікропроцесорні (7-4, 12-4); магнітні пускачі (МП13, МП14); механізми виконавчі електричні (7-5, 12-5).

Для контролю за рН передбачено контур 5, який містить такі засоби автоматизації: чутливий елемент рН-метра магістрального виконання (5-1); перетворювач високоомний (5-2); автоматичний показувальний і реєструвальний вторинний прилад (5-3); регулятор мікропроцесорний (5-4); магнітний пускач (МП3); механізм виконавчий електричний (5-5).

Для контролю за концентрацією нафтопродуктів передбачено контури 10 і 14, які містять такі засоби автоматизації: первинні перетворювачі аналізаторів рідини кондуктометричних (10-1, 14-1); блоки керування аналізаторів рідини кондуктометричних (10-2, 14-2); автоматичні показувальні і реєструвальні вторинні прилади (10-3, 14-3); регулятори мікропроцесорні (10-4, 14-4); магнітні пускачі (МП8, МП12); механізми виконавчі електричні (10-5, 14-5).

Для контролю і регулювання каламутності передбачено контур 15, а в ньому застосовуються такі засоби автоматизації: первинний перетворювач тридіапазонного аналізатора каламутності води (15-1); блок вимірювальний аналізатора каламутності показувальний (15-2); автоматичний показувальний і

					ХН 2115 1440 000 ПЗ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

реєструвальний вторинний прилад (15-3); регулятор мікропроцесорний (15-4); магнітний пускач (МП11); механізм виконавчий електричний (15-5).

Для контролю за перепадом тиску в адсорбційному фільтру передбачено контур 11, який містить такі засоби автоматизації: вимірювальний тензоперетворювач різниці тисків (11-1); автоматичний показувальний і реєструвальний вторинний прилад (11-2).

Специфікацію на обрані технічні засоби наведено в додатку 1.

Отже, рішення щодо автоматизації технологічної схеми успішні, це практично дає можливість виключити людину з процесу виробництва. Проте присутність оператора необхідна, щоб слідкувати за процесом по приладах, які розміщені на пульті керування. Є перспектива модернізації і подальшого розвитку системи автоматизації даного технологічного процесу.

					ХН 2115 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

7 ЕКОНОМІКО-ОРГАНІЗАЦІЙНІ РОЗРАХУНКИ ВІДДІЛЕННЯ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД ВІД НАФТОПРОДУКТІВ

Нафтопродукти належать до шкідливих забруднювачів навколишнього середовища. Потрапляючи разом із стічними водами у водоймища, органічні забруднювачі порушують хід природних процесів і знижують якість природних вод.

Флотоекстракція - новий і маловивчений метод видалення домішок з води. Дослідження щодо застосування флотоекстракції з метою очищення стічних вод від нафтопродуктів та багатьох органічних забруднювачів практично не ведуться. Однією з багатьох особливостей цього методу є можливість багатократного концентрування домішок у невеликих об'ємах органічного розчинника. Це, в першу чергу, робить метод перспективним для очищення стічних вод, забруднених нафтопродуктами, з метою їхньої подальшої регенерації.

Метою економіко-організаційних розрахунків в дипломному проекті є розрахунок витрат на побудову та введення в експлуатацію відділення очищення стічних вод від нафтопродуктів, та їх систематизація. Зробити висновок щодо доцільності регенерації екстрагенту та використання вилученої нафти у цілях зменшення собівартості процесу.

7.1 Аналіз ринку процесів очищення стічних вод від нафтопродуктів.

Нафтопродукти є небезпечними забруднювачами навколишнього середовища. Потрапляючи разом зі стічними водами у водойми, нафтопродукти порушують хід природних процесів і знижують якість природних вод. Державні органи Охорони здоров'я досліджують та визначають гранично-допустиму концентрацію (ГДК),— показник безпечного рівня вмісту шкідливих речовин в навколишньому середовищі. Згідно статті 59,60 Кодексу України про адміністративні правопорушення при недотриманні цих норм, сплачується штраф. Стаття 59. Порушення правил охорони водних ресурсів.

					ХН 2115 1440 000 ПЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Забруднення і засмічення вод, порушення водоохоронного режиму на водозборах, яке спричиняє їх забруднення, водну ерозію ґрунтів та інші шкідливі явища, тягнуть за собою накладення штрафу на громадян у розмірі від трьох до семи неоподатковуваних мінімумів доходів громадян і на посадових осіб - від п'яти до восьми неоподатковуваних мінімумів доходів громадян.

Введення в експлуатацію підприємств, комунальних та інших об'єктів без споруд і пристроїв, що запобігають забрудненню і засміченню вод або їх шкідливому діянню, тягне за собою накладення штрафу на посадових осіб від п'яти до восьми неоподатковуваних мінімумів доходів громадян.

Стаття 60. Порушення правил водокористування. Забір води з порушенням планів водокористування, самовільне проведення гідротехнічних робіт, безгосподарне використання води (добутої або відведеної з водних об'єктів), порушення правил ведення первинного обліку кількості вод, що забираються з водних об'єктів і скидаються до них, та визначення якості вод, що скидаються, тягнуть за собою накладення штрафу на посадових осіб від п'яти до восьми неоподатковуваних мінімумів доходів громадян.

На основі цих законів є необхідним доводити стічну воду до норм ГДК.

Для видалення нафтопродуктів зі стічних вод використовують флотацію, рідинну екстракцію, адсорбцію. Всі вони мають ряд суттєвих недоліків.

Пошук нових, більш досконалих та економічно доцільних методів, що дозволяють не тільки видаляти токсичні речовини, а також регенерувати коштовні компоненти, є одним з основних напрямків розвитку технологій очищення стічних вод. З цієї точки зору привабливим виглядає метод флотаційної екстракції.

7.2.1 Теоретичні основи розрахунку собівартості відділення очищення стічних вод від нафтопродуктів

Калькуляція – документ, який дозволяє систематизувати витрати на виробництво одиниці продукції і визначити її собівартість. Це спосіб

					ХН 2115 1440 000 ПЗ	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

групування витрат і визначення собівартості, придбання матеріальних цінностей, виготовлення продукції або виконання робіт на конкретному підприємстві, у конкретних умовах.

Складові елементи калькуляції:

- амортизація;
- заробітна плата;
- нарахування на заробітню плату;
- сировина та матеріали;
- інше.

Види калькуляції за статтями:

- прямі витрати, які відносяться безпосередньо до виду продукції: сировина, матеріали, технічні потреби, заробітна плата основного персоналу;
- непрямі витрати: утримання адміністративно-управлінського апарату, невиробничі витрати, загально-цехові і заводські витрати.

Виробничі фонди поділяються на основні та оборотні засоби.

Основні засоби (ОЗ) – засоби, що неодноразово приймають участь у процесі виробництва, зберігаючи свою натуральну форму, їх вартість переноситься на вартість готової продукції частинами, у процесі зносу.

Оборотні засоби (ОБЗ) – предмети, що повністю витрачаються під час виробничого циклу, змінюють свою натуральну форму та склад, а їх вартість переноситься на собівартість готової продукції повністю і одразу.

До основних засобів належать:

- будівлі та споруди;
- машини і обладнання;
- транспорт;
- виробничий і господарський інвентар;
- нематеріальні активи.

Повна початкова вартість основних засобів – це вартість ОЗ до моменту запуску їх у виробництво, яка включає в себе ціну придбання основних засобів, вартість доставки і транспортування, вартість монтажу установки.

					ХН 2115 1440 000 ПЗ	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ліквідаційна вартість – сума грошей або інших активів, яку підприємство очікує отримати від реалізації (ліквідації) основних фондів після закінчення строку їх експлуатації.

Кошторис – документ для систематизації витрат і розрахунку собівартості робіт.

Амортизаційні відрахування – нарахування у встановленому законом порядку на вартість готової продукції вартості основних фондів.

Амортизація – процес поступового зносу і перенос вартості основних засобів на готову продукцію.

$$A = \frac{\Phi + K - \Phi_{\text{лік}}}{\text{Тексп}}, \quad (7.1)$$

де Φ – повна початкова вартість основних засобів, грн./рік;

K – витрати на капітальні ремонти, грн./рік;

$\Phi_{\text{лік}}$ – ліквідаційна вартість, грн./рік;

Тексп – період експлуатації основних фондів, рік.

$$A = N_a \cdot \Phi_{\text{п.п}}, \quad (7.2)$$

де N_a – Норма амортизації – відсоткове співвідношення річної суми амортизації до повної початкової, грн./грн.;

$\Phi_{\text{п.п}}$ – повна початкова вартість основних засобів, грн./рік.

Вся сума заробітної плати, яка виплачується робітникам підприємства за роботу в певний період часу, утворює фонд оплати праці.

За результатами множення чисельності персоналу за списком і мінімальної заробітної плати у державі визначають фонд заробітної плати на підприємстві.

$$\Phi_{\text{ЗП під}} = \sum \text{ЗП}_{\text{перс. за тс}} + \sum \text{ЕСВ}, \quad (7.3)$$

де $\sum \text{ЗП}_{\text{перс. за тс}}$ – сума заробітної плати робочого персоналу згідно тарифної ставки, грн.;

$\sum \text{ЕСВ}$ – сума коштів яку підприємство зобов'язується сплачувати до державних фондів соціального захисту (37%), грн.

					ХН 2115 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

Заробітня плата – ціна, яка сплачується за виконану працю, грошова вартість робочої сили.

Тарифна система – співставляє конкретні види праці, враховує її складність і умови виконання (якість праці).

Елементами тарифної системи: тарифна сітка і тарифна ставка.

Тарифна сітка – сукупність кваліфікованих розрядів і відповідних тарифних коефіцієнтів. Для державних підприємств вона є обов’язковою.

Тарифна ставка – величина оплати праці за годину роботи, грн./год.

Нормальні умови праці:

- температура 18 – 21 °С;
- вологість 75%;
- освітленість 6 люксів/м².

Нічними годинами вважається час з 22.00 до 6.00

Контроль виконання посадових обов’язків працівників виконується головним технологом. Також головний технолог відповідальний за мінімізацію витрат і пошук новітнього обладнання для застосування його в технології.

Оператор здійснює контроль за обладнанням з наглядового пункту, дистанційно перевіряючи справність та цілісність технологічного процесу.

Апаратник – проводить контроль обладнання, проводить заходи щодо усунення невеликих несправностей, відповідає за нормальне функціонування обладнання.

Контроль роботи операторів проводить старший оператор.

Начальник зміни проводить контроль роботи апаратників.

При нарахуванні ЗП потрібно враховувати, що відділення обслуговується бригадою робочих: головним технологом, старшим оператором, апаратчиками, машиністами.

Собівартість – всі витрати підприємства на виробництво і реалізацію продукції у грошовому вигляді.

$$C = A + Обз, \quad (7.4)$$

де А – амортизація основних фондів;

					ХН 2115 1440 000 ПЗ	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Обз - оборотні засоби.

При флотоекстракційному очищенні стічних вод від нафтопродуктів основним обладнанням є флотатор, нафтовловлювач, бак-змішувач, механічний фільтр, бак-усереднювач, допоміжне устаткування.

Технічне обслуговування і ремонт обладнання (ТОРО) включає в себе капітальні, середні та поточні ремонти, крім того, передбачає технічний огляд та інші види міжремонтного обслуговування технологічного обладнання.

Потрібна кількість ремонтів на рік розраховується за формулами:

$$a = \frac{T_{під}}{T_{міжрем.}}, \quad (7.5)$$

де $T_{під}$ – тривалість роботи підприємства;

$T_{міжрем}$ – міжремонтний період.

Тривалість ефективної роботи обчислюється за формулою:

$$T_{ефективне} = T_{роб\ п-ства} - T_{ремонту}. \quad (7.6)$$

Загальний час простою у ремонтах визначають за формулою:

$$T_{рем} = a_k t_k + a_c t_c + a_{п} t_{п}, \quad (7.7)$$

де a_k , a_c , $a_{п}$ – кількість капітальних, середніх, поточних ремонтів даного виду обладнання протягом року, од.;

t_k , t_c , $t_{п}$ – тривалість простою даного виду обладнання у капітальному, середньому, поточному ремонтах, год/од.

7.2.2 Економічний розрахунок собівартості відділення очищення стічних вод від нафтопродуктів

Розрахунки виконані за методикою наведеною в [20].

Вартість основних засобів приведені в таблиці 7.1

					ХН 2115 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

Таблиця 7.1 – Показники основних засобів відділення очищення стічних вод від нафтопродуктів

Основні засоби	Ціна, грн.
Приміщення	500 000
Нафтовловлювач	600 000
Усереднювач	18 000
Бак-змішувач	20 000
Адсорбційний фільтр	60 000
Дозатор ПАВ	2 000
Дозатор екстрагента	4 000
Дозатор H ₂ SO ₄	2 000
Насос для осаду	9 000
Насос для нафти з уловлювача	2 000
Насос для води	17000
Компресор	8 000
Флотаційна камера	150 000
Труби	8 000
Всього	1 399 000

Вартість оборотних засобів приведено в таблиці 7.2.

Таблиця 7.2 – Розрахунок вартості оборотних фондів відділення очищення стічних вод від нафтопродуктів

Оборотні фонди	
Реагент (ПАР) (11 грн/кг), грн.	550 000
Розчин кислоти 95,6 (7 грн/1 кг), грн.	150 000
Екстрагент (37 грн/л), грн.	5 560 000
Електроенергія (15,5 кВт), грн.	220 000
Ремонт устаткування та запчастин, грн.	100 000

Всього, грн.	6 580 000
--------------	-----------

Амортизаційні відрахування розраховуються за формулою (7.2) і представлені в таблиці 7.2

Амортизаційні відрахування для приміщення:

$$A=0,05 \cdot 500000=25000 \text{ грн./рік.}$$

Таблиця 7.3– Амортизаційні відрахування відділення очищення стічних вод від нафтопродуктів

Найменування об'єкта	Вартість, грн.	Норма амортизації, %	Сума відрахувань грн./рік
Приміщення	500000	5	25 000
Нафтовловлювач	600000	10	60 000
Усереднювач	17000	10	1 700
Бак-змішувач	20000	10	2 000
Адсорбційний фільтр	60000	20	12 000
Дозатор ПАР	2000	10	200
Дозатор екстрагента	4000	10	400
Дозатор H ₂ SO ₄	2000	10	200
Насос для осаду	9000	10	900
Насос для нафти з уловлювача	2000	10	200
Насос для води	17000	10	1 700
Компресор	8000	20	1 600
Флотаційна камера	150000	5	7 500
Труби	8000	5	400
Всього	1 399 000	–	113 800

Таблиця 7.4 – Тарифна сітка підрозділів відділення очищення стічних вод від нафтопродуктів

Квалі- фікація	Коефіцієнти за різних умов праці				ЗП за різних умов, грн./міс.	
	норм.	шкідливі	свята	нічні	нормальні	шкідливі
1	1	1,05	2	1,4	1450	1522,5
2	1,2	1,26	2,4	1,68	1740	1827
3	1,4	1,47	2,8	1,96	2030	2131,5
4	1,6	1,68	3,2	2,24	2320	2436
5	1,8	1,89	3,6	2,52	2610	2740,5
6	2,1	2,205	4,2	2,94	3045	3197,25

Мінімальна заробітна плата за 1 год:

$$ЗП_{\text{год}} = \frac{ЗП_{\text{міс}}}{30 \cdot \frac{40}{7}} = \frac{1450}{30 \cdot \frac{40}{7}} = 8,46 \text{ грн.}$$

Розрахунок кількість бригад, які необхідні для забезпечення безперервної роботи очисної станції:

$$Ч = \frac{365 \cdot 24}{2016} = 4,35 \approx 4,$$

де 2016 – це кількість годин, які нормально повинен відпрацювати робітник за рік (враховуючи свята).

Складено графік змінності роботи для працівників, які повинні цілодобово знаходитись на підприємстві: апаратчики і оператори. Начальник зміни приймає зміну, яка триває 24 год, проте не задов'язаний весь час знаходитись на підприємстві, але має бути завжди на зв'язку у випадку надзвичайної події.

Таблиця 7.5 – Графік змінності апаратників і операторів

Апаратник/Оператор	1.07.16	2.07.16	3.07.16	4.07.16	5.07.16	6.07.16	7.07.16
1	24	В	В	В	24	В	В
2	В	24	В	В	В	24	В
3	В	В	24	В	В	В	24
4	В	В	В	24	В	В	В

Розрахунок заробітної плати за місяць апаратника (4 розряд, умови роботи шкідливі):

$$\begin{aligned} \text{ЗП}_{\text{апар}} &= (K_{\text{день}} \cdot T_{\text{день}} \cdot \text{ЗП}_{\text{год}} + K_{\text{ніч}} \cdot T_{\text{ніч}} \cdot \text{ЗП}_{\text{год}}) \frac{365}{\text{ЗмОб} \cdot 12} \\ &= (1,68 \cdot 16 \cdot 8,46 + 2,352 \cdot 8 \cdot 8,46) \cdot \frac{365}{4 \cdot 12} = 2906,9 \frac{\text{грн.}}{\text{міс}}. \end{aligned}$$

Розрахунок заробітної плати за місяць оператора (5 розряд, умови роботи нормальні):

$$\begin{aligned} \text{ЗП}_{\text{апар}} &= (K_{\text{день}} \cdot T_{\text{день}} \cdot \text{ЗП}_{\text{год}} + K_{\text{ніч}} \cdot T_{\text{ніч}} \cdot \text{ЗП}_{\text{год}}) \frac{365}{\text{ЗмОб} \cdot 12} = \\ &= (1,8 \cdot 16 \cdot 8,46 + 2,52 \cdot 8 \cdot 8,46) \cdot \frac{365}{4 \cdot 12} = 3114,53 \frac{\text{грн.}}{\text{міс}}, \end{aligned}$$

де $K_{\text{день}}$, $K_{\text{ніч}}$ – коефіцієнти нарахування до ЗП відповідно до кваліфікації за денні і за нічні години праці;

$T_{\text{день}}$, $T_{\text{ніч}}$ – тривалість роботи в денний і нічний час відповідно, год;

ЗмОб – змінооборот, дні.

Для того щоб врахувати перепрацювання і роботу в свята, пропонується зарплату апаратчика прирівняти до 3500 грн./міс., а оператора до 4000 грн./міс.

Розрахунок фонду оплати праці було проведено за тарифною системою і представлено в таблиці 7.6. Форма оплати праці погодинна-пряма.

Таблиця 7.6 – Розрахунок фонду оплати праці відділення очищення стічних вод від нафтопродуктів

Посада	Кількість робітників	Кваліфікація	ЗП, грн./міс	ЕСВ грн./міс (37%)
Головний технолог	1	-	7500	2775
Старший оператор	1	-	5000	1850
Начальник зміни	1	-	5000	1850
Апаратчик	4	4	3500	1295
Оператор	4	4	4000	1480
Всього	11	—	47 500	17 575

Згідно формули (7.3) розраховано фонд заробітної праці підприємства:

$$\Phi ЗП = (47\,500 + 17\,575) \cdot 12 = 780\,900 \text{ грн./рік.}$$

Розрахунок вартості нафтопродуктів, які видаляються під час процесу очищення. Початкова концентрація нафтопродуктів 2200 мг/дм^3 . На виході з нафтовловлювача – 100 мг/дм^3 . На виході з флотоекстрактора – 20 мг/дм^3 . Продуктивність установки $1150 \text{ м}^3/\text{доб}$. Вартість сирової неочищеної нафти на ринку 50 дол/барель ($1 \text{ барель} = 159 \text{ дм}^3$, курс валют $1\$ = 25 \text{ грн}$). Вартість обводненої нафти (вологість 20-50 %) складає 980 рублів/тону . Густина нафти приймається $0,8 \text{ кг/дм}^3$.

$$\begin{aligned} V_{\text{нафт}} &= \frac{(V_{\text{екстр}} \cdot 12 + (C_{\text{вих.нафтоул.}} - C_{\text{кін}}) \cdot V \cdot 365) \cdot Ц \cdot 25}{1000 \cdot \rho \cdot 159} + \\ &+ \frac{980 \cdot 0,4 \cdot (C_{\text{поч}} - C_{\text{вих.нафтоул.}}) \cdot V \cdot 365}{10^6} = \\ &= \frac{((5000 \cdot 12 + (100 - 20) \cdot 1150 \cdot 365) \cdot 50 \cdot 25}{1000 \cdot 0,8 \cdot 159} + \\ &+ \frac{980 \cdot 0,4 \cdot (2200 - 100) \cdot 1150 \cdot 365}{10^6} = 1\,147\,200 \frac{\text{грн.}}{\text{рік}}. \end{aligned}$$

Собівартість одного кубометра очищеної води розраховується за формулою (7.4), враховуючи вартість нафти, яка вилучається в ході процесу:

$$C = \frac{53800 + 6580000 + 780900 - 1147200}{1150 \cdot 365} = 15,24 \text{ грн/м}^3.$$

Розрахунок собівартості 1 м^3 води, якщо проводити регенерацію екстрагенту шляхом переробки (ректифікації) нафти.

Основні фонди процесу ректифікації наведені в таблиці 7.7:

					ХН 2115 1440 000 ПЗ	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 7.7 – Основні фонди відділення регенерації екстрагенту [21,22]

Основні засоби	Ціна, грн.
Ректифікаційна колона	750000
Кип'ятильник	656250
Конденсатор	375000
Ємність для зрошення	93750
Всього	1 875 000

Розрахунок вартості теплоагентів виконано за методикою [22]:

$$\mathcal{E}_T = q_T \cdot (R_{\text{опт}} + 1) \cdot D \cdot 22 \cdot T_W;$$

$$\mathcal{E}_X = q_X \cdot (R_{\text{опт}} + 1) \cdot D \cdot 22 \cdot T_D,$$

де q_T, q_X – питома вартість теплоносія і хладоагента, T_D, T_W – температура дистилляту і кубового залишку, D – продуктивність за дистиллятом, $R_{\text{опт}}$ – флегмове оптимальне число.

$$\mathcal{E}_T = 200 \cdot (0,6 + 1) \cdot 5 \cdot 22 \cdot 261 = 8\,613\,000 \frac{\text{грн.}}{\text{рік}};$$

$$\mathcal{E}_X = 5 \cdot (0,6 + 1) \cdot 0,14375 \cdot 22 \cdot 200 = 4743,75 \frac{\text{грн.}}{\text{рік}}.$$

Вартість оборотних засобів, якщо проводити процес регенерація екстрагенту приведені в таблиці 7.8.

Таблиця 7.8 – Розрахунок вартості оборотних засобів відділення очищення стічних вод від нафтопродуктів з регенерацією екстрагенту

Назва оборотних засобів	Вартість, грн
Водяна пара	9187200
Вода для охолодження	5060
Реагент (ПАР) (11 грн/кг), грн.	550 000
Розчин кислоти 95,6 (7 грн/1 кг), грн.	150 000
Екстрагент (37 грн/л), грн.	370 000
Електроенергія (15,5 кВт), грн.	420 000
Ремонт устаткування та запчастин, грн.	100 000
Всього, грн.	10 782 260

Амортизаційні відрахування на ректифікацію приведені в таблиці 7.9.

Таблиця 7.9– Амортизаційні відрахування відділення очищення стічних вод від нафтопродуктів

Найменування об'єкта	Вартість, грн.	Норма амортизації, %	Сума відрахувань грн./рік
Ректифікаційна колона	750000	10	75000
Кип'ятильник	656250	10	65625
Конденсатор	375000	10	37500
Ємність для зрошення	93750	10	9375
Всього	1 875 000	–	187 500

Розрахунок вартості нафтопродуктів, які видаляються під час процесу очищення враховуючи той факт, що нафта яка видаляється в ході процесу є якісною і може бути перероблена як паливо:

$$V_{\text{нафт}} = \frac{(C_{\text{поч}} - C_{\text{кін}}) \cdot V \cdot \rho \cdot 25}{1000 \cdot \rho \cdot 159} = \frac{(2200 - 20) \cdot 1150 \cdot 50 \cdot 25 \cdot 365}{1000 \cdot 0,8 \cdot 159} = 8\,992\,285 \frac{\text{грн.}}{\text{рік}}.$$

Ці нафтопродукти не містять шкідливих домішок, тому їх можна безпосередньо поставляти на нафтопереробний завод на додаткове очищення або продавати як паливо.

Якщо враховувати вартість нафти, яка видаляється на установці в собівартість, то вона становить:

$$C = \frac{53800 + 187500 + 10782260 + 780900 - 8992285}{1150 \cdot 365} = 6,84 \text{ грн./м}^3.$$

Штрафи, які повинно сплачувати підприємство у випадку, якщо буде відсутнє водоочисне відділення:

$$\text{Ш} = (C_{\text{поч}} - C_{\text{норм}}) \cdot \frac{V}{10^6} \cdot 365 \cdot H \cdot K_T = (2200 - 5) \cdot \frac{1150}{10^6} \cdot 365 \cdot 7607 \cdot 2 = 14\,017\,437,92 \text{ грн./рік.}$$

Тоді вартість 1 м³ забрудненої води буде коштувати:

$$\text{Ц} = \frac{\text{Ш}}{365 \cdot V} = \frac{14\,017\,438}{365 \cdot 1150} = 33,4 \text{ грн./м}^3.$$

Розрахунок техніко-економічних показників впровадження даного відділення з очищення стічних вод від нафтопродуктів без регенерації екстрагенту:

Прибуток:

$$\text{П} = (\text{Ц} - \text{С}) \cdot V \cdot 365 = (33,4 - 15,24) \cdot 1150 \cdot 365 = 7\,619\,856 \frac{\text{грн.}}{\text{рік.}}$$

Капіталовкладення:

$$\text{К} = \text{ОФ} + \text{ОбЗ} = 1\,399\,000 + 780\,900 + 6\,580\,000 = 7\,979\,000 \text{ грн.}$$

Рентабельність виробництва:

$$\text{Р} = \frac{\text{П}}{\text{С}} \cdot 100 = \frac{33,4 - 15,24}{15,24} \cdot 100 = 119,1 \%$$

Період повернення капіталовкладень:

$$\text{T}_{\text{пов}} = \frac{\text{К}}{\text{П}} = \frac{7\,619\,856}{797\,9000} = 1 \text{ рік.}$$

Розрахунок техніко-економічних показників впровадження даного відділення з очищення стічних вод від нафтопродуктів з регенерацією екстрагенту і переробкою нафтопродуктів:

Прибуток:

$$\text{П} = (\text{Ц} - \text{С}) \cdot V \cdot 365 = (33,4 - 6,84) \cdot 1150 \cdot 365 = 11\,145\,264 \frac{\text{грн.}}{\text{рік.}}$$

Капіталовкладення:

$$\text{К} = \text{ОФ} + \text{ОбЗ} = 3\,274\,000 + 780\,900 + 10\,782\,260 = 14\,056\,260 \text{ грн.}$$

					ХН 2115 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

Рентабельність виробництва:

$$P = \frac{\Pi}{C} \cdot 100 = \frac{33,4 - 6,84}{6,84} \cdot 100 = 338 \%$$

Період повернення капіталовкладень:

$$T_{\text{пов}} = \frac{K}{\Pi} = \frac{14\,056\,260}{11\,145\,264} = 1,3 \text{ рік.}$$

Розрахунок графіку планово-попереджувальних ремонтів здійсненні за формулами (7.5)-(7.7) та представлено у таблиці 7.10. Режим роботи підприємства 8760 год на рік.

Кількість капітальних ремонтів для флотатора становить:

$$a_k = \frac{8760}{8760} = 1.$$

Кількість середніх ремонтів для флотатора становить:

$$a_c = \frac{8760}{4380} - 1 = 1.$$

Кількість поточних ремонтів для флотатора становить:

$$a_{\text{п}} = \frac{8760}{1460} - 1 - 1 = 4.$$

$$T_{\text{рем}} = 1 \cdot 25 + 1 \cdot 10 + 4 \cdot 20 = 115 \text{ год,}$$

де a_k , a_c , $a_{\text{п}}$ – кількість капітальних, середніх, поточних ремонтів даного виду обладнання протягом року, од.;

t_k , t_c , $t_{\text{п}}$ – тривалість простою даного виду обладнання у капітальному, середньому, поточному ремонтах, год/од.

$$T_{\text{ефективне}} = 8760 - 115 = 8645 \text{ год/рік.}$$

					ХН 2115 1440 000 ПЗ	Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 7.10 – Графік планово-попереджувальних ремонтів технологічного обладнання на рік

Обладнання	Вид ремонту, тривалість простою, год.			Кількість ремонтів протягом календарного місяця за видами ремонтів												Тривалість простою в ремонтах, год./рік, Т _{пр}	Ефективний фонд робочого часу обладнання, год./рік, Т _{еф}
	К	С	П	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Флотатор	24	12	6		п		п		с		п		п		к	60	8700
Бак-змішувач	24	12	–						с						к	36	8724
Нафтовловлювач	20	5	10		п			п		с	п			к		55	8705
Механічний фільтр	24	12	6		п		п		с		п		п		к	60	8700
Допоміжне устаткування	12	6	2		п		п		с		п		п		к	26	8734

У даному розділі дипломного проекту розраховано витрати на побудову та введення в експлуатацію флотоекстракційного відділення очищення стічних вод від нафтопродуктів, та розрахована собівартість 1 м³ очищеної води, яка складає 6,84 грн. Доведена доцільність регенерації екстрагенту та видалення, збагачення та продаж вилучених нафтопродуктів: у випадку відсутності цих стадій очищена вода коштуватиме 15,24 грн. В порівнянні з собівартістю інших методів очищення стічних вод, можна зробити висновок, що доцільно використовувати метод флотоекстракції в промисловості, що значно здешевить процес доведення вмісту нафтопродуктів до норм ГДК.

8 ОХОРОНА ПРАЦІ

Експериментальна частина бакалаврського проекту була виконана з використанням матеріалів і речовин, що можуть бути джерелами шкідливих і небезпечних факторів.

Передбачено використання електричної енергії, механічного обладнання, скляного, керамічного посуду.

В даному розділі на основі аналізу небезпечних та шкідливих виробничих факторів розроблено засоби і заходи, які направлені на вдосконалення безпечних умов праці та пожежної профілактики.

8.1 Виявлення та аналіз шкідливих і небезпечних виробничих факторів в умовах виконання експериментальної частини науково – дослідної роботи.
Заходи з охорони праці

8.1.1 Повітря робочої зони

Згідно ДСН 3.3.6.042-99 роботи в лабораторії відносяться до категорії Іб – роботи легкої важкості. У таблиці 8.1 наведено оптимальні значення параметрів мікроклімату, а також їх фактичні значення.

					ХН 2115 1440 000 ПЗ	Арк.
						76
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 8.1 – Санітарні норми параметрів мікроклімату в лабораторії

Період року	Категорія робіт	Температура, °C			Відносна вологість повітря, %		Швидкість руху, м/с	
		Оптимальна	Фактична		Оптимальна	Допустима	Оптимальна	Допустима
			Нижня межа	Верхня межа				
Холодний	Iб	17-19	13-15	21-23	40-60	75	0.2	< 0.4
Теплий	Iб	20-22	16-17	27-29	40-60	70	0.3	0.2-0.5

Температура внутрішніх поверхонь робочої зони, технологічного обладнання, зовнішніх поверхонь технологічного устаткування, огорожуючи конструкцій не повинна виходити більш ніж на 2 °C за межі оптимальних величин для даної категорії робіт.

В теплий період року:

$$t_{\text{зовнішньої поверхні обл}} = t_{\text{оптималь.температ.}} + 2^{\circ}\text{C} = 21 + 2 = 23^{\circ}\text{C}.$$

В холодний період року:

$$t_{\text{зовнішньої поверхні обл}} = t_{\text{оптималь.температ.}} + 2^{\circ}\text{C} = 18 + 2 = 20^{\circ}\text{C},$$

де $t_{\text{зовнішньої поверхні обл}}$ - температура зовнішньої поверхні обладнання,

$t_{\text{оптималь.температ.}}$ - оптимальна температура.

Для забезпечення нормативних метеорологічних умов та чистоти повітря, підтримки теплової рівноваги між тілом людини та навколишнім середовищем, в лабораторії використовується місцева механічна витяжна вентиляційна система. Коротка санітарна характеристика лабораторії наведена в таблиці 9.2. У якості місцевої вентиляції використовують витяжні зонти та витяжні шафи з

забезпеченням п'ятикратного повітрообміну за годину та загальнообмінна припливна механічна система вентиляції (забір повітря знизу, видалення повітря з верхньої частини будівлі).

Контроль температури в лабораторії проводиться за допомогою спиртового термометра, відносна вологість вимірюється за допомогою крильчатого анемометра. Вимірювання параметрів мікроклімату здійснюється 1 раз протягом робочого дня.

У лабораторії передбачена система водяного центрального опалення для підтримки необхідної температури і вологості повітря. Вологість повітря в робочій зоні становить близько 75%. Для покращення незадовільної роботи місцевої витяжної системи вентиляції проводять повне її технічне випробування з подальшою розробкою її реконструкції.

Для нормалізації цих параметрів, рекомендовані наступні заходи: збільшити температуру теплоносія в системі опалення, збільшивши підігрів повітря в міських теплових мережах.

У таблиці 8.2 представлена коротка санітарна характеристика лабораторії.

					ХН 2115 1440 000 ПЗ	Арк.
						78
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 8.2 – Коротка санітарна характеристика лабораторії №153 кафедри ТНР та ЗХТ

Назва лабораторії	Шкідливі речовини, що виділяються, причини їх виділення	Група шкідливої речовини, характеристика шкідливого впливу	Г/ДК шкідливих речовин у повітрі робочої зони, мг/дм ³	Клас небезпечності шкідливої речовини	Засоби індивідуального захисту: тип, марка, ГОСТ	Засоби допільної допомоги	Методи контролю вмісту шкідливих речовин у повітрі робочої зони	Клас лабораторії (згідно СН 245-71)	Санітарна група виробничого процесу згідно з СНиП 2.09.04-87
хіміко-технологічний факультет, кафедра ТНР та ЗХТ, лабораторія №153	Вазеліно ве масло, випаровування, витік, необережність при транспортуванні	Загальнотоксичний Вражає ЦНС.	5	IV	Халат ГОСТ 12.4.103-83, респіратор РУ-60М, захисні окуляри, латексні рукавички	Промити місце ураження великою кількістю води Вивести потерпілого на свіже повітря.	Газова хроматографія	V	1a

8.1.2 Освітлення

Згідно ДБН В.2.5-28-2009 роботи, що виконуються в даній лабораторії, відносяться до розряду зорової діяльності IVa, тобто робіт середньої точності.

Значення норм освітлення приміщення для розряду IVa представлені в таблиці 8.3. В лабораторії передбачено бокове природне освітлення (3 вікна розміром 2х2), штучне освітлення, а також суміщене.

Фактичне значення штучного освітлення в лабораторії складає 300 лк, що відповідає вимогам. В лабораторії для створення сприятливих умов праці передбачено природне і штучне освітлення, за функціональним призначенням передбачено робоче, аварійне, ремонтне, евакуаційне освітлення.

					ХН 2115 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		79

Норми освітлення і фактичні значення приведені в таблиці 8.3.

Таблиця 8.3 – Характеристика освітлення

Найменування приміщення	Характер зорової праці	Розряд зорової роботи	Освітленість при штучному освітленні			КПО при природному освітленні, %	КПО при суміщеному освітленні, %
			Комбіноване	Загальне	Фактичне		
Лабораторія 100-4 каф. ТНР та ЗХТ	Середньої точності	IVa	400	200	200	4	1,5

В якості джерел світла при загальному штучному освітленні використовують люмінесцентні лампи білого світла ЛБ-40, вмонтовані в світильник типу ПВЛ - 6 з напругою в мережі 220 В. Тип світильника – ПВЛ – світильник пиловологонепроникний. Контроль освітленості проводиться один раз на півріччя та після кожного ремонту системи освітлення за допомогою люксметра Ю-116 (ГОСТ 14841-69).

Згідно СН 181-70 стіни й стелі в лабораторії пофарбовані у світлі насичені тони з високою відбиваючою здатністю. Устаткування пофарбоване у світлі кольори.

Розрахунок потоку, необхідного для забезпечення заданої освітленості горизонтальної поверхні при загальному рівномірному освітленні з урахуванням світла, що відбивається стінами та стелею, проводиться за формулою (для люмінесцентних ламп) [23]:

$$F = E \cdot S \cdot z \cdot k / n \cdot u \cdot m, \quad (8.2)$$

де F – світловий потік однієї лампи, лм;

E – нормована освітлюваність, E = 500 лк;

S – площа приміщення, S = 50 м²;

z – поправочний коефіцієнт світильника, z = 1,25;

k – коефіцієнт запасу, що враховує зниження освітленості при експлуатації, k = 1,1;

n – кількість світильників, n = 5;

					ХН 2115 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		80

u – коефіцієнт використання, що залежить від типу світильника, показника (індексу) приміщення, відбиття і т.д., $u = 0,6$;

m – число люмінесцентних ламп у світильнику, $m = 4$.

Таким чином, необхідний світловий потік однієї лампи:

$$F = E \cdot S \cdot z \cdot k / n \cdot u \cdot m = 500 \cdot 30 \cdot 1,25 \cdot 1,1 / 5 \cdot 0,6 \cdot 4 = 2865 \text{ лм.}$$

Вибір стандартної лампи та визначення її потужності проводиться згідно ГОСТ 6825-74.

Відповідно до розрахованого світлового потоку ($F = 2865$ лм), необхідного для забезпечення заданої освітленості, обрано тип лампи ЛД потужністю 65 Вт і визначено електричну потужність всієї освітлювальної системи:

$$W = P \cdot n \cdot m,$$

де W – потужність освітлювальної системи, Вт;

P – потужність однієї лампи, $P = 65$ Вт.

$$W = 65 \cdot 5 \cdot 4 = 1300 \text{ Вт.}$$

При відключенні робочого освітлення передбачена система аварійного освітлення. Світильники аварійного освітлення приєднуються до мережі робочого освітлення з автоматичним перемиканням на незалежне живлення.

Для покращення освітленості передбачено чистка плафонів та віконного скла від пилу, заміна ламп, які відпрацювали свій ресурс.

8.1.3 Виробничий шум

Джерелом шуму в приміщенні є: шейкер, центрифуга, ультразвуковий диспергатор і зовнішні сторонні шуми. Допустимий рівень шуму становить 60 ДБА згідно з ДСН 3.3.6.037-99. Фактичний рівень шуму в лабораторії становить 55 ДБА, що відповідає вимогам нормативу. Отже потреби в додаткових заходах немає.

В лабораторії на робочому місці джерелом шуму є спектрофотометр Portlab, Specord M80, шейкер, магнітна мішалка та дистильатор. Допустимий

					ХН 2115 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		81

рівень шуму становить 60 ДБА згідно з ДСН 3.3.6.037-99. Фактичний рівень шуму в лабораторії становить 55 ДБА, що відповідає вимогам нормативу. Отже потреби в додаткових заходах немає.

Для визначення рівня шуму та вібрації, в даній лабораторії, використовують шумоміри та частотні аналізатори, за допомогою яких вимірюються рівень звукового тиску (шумоміром ВШВ-003) та частотний склад (спектр) шуму (частотним аналізатором).

8.1.4 Електробезпека

Згідно з вимогами ПУЕ приміщення лабораторії за небезпекою ураження людей електричним струмом відноситься до І категорії (приміщень без підвищеної небезпеки). Електрообладнання лабораторії живиться від трифазної трьохпровідної електромережі постійного струму з напругою 380/220В з частотою 50 Гц з глухозаземленою нейтраллю. Споживачами електричної енергії є аналітичні ваги, спектрофотометр, дистилятор, сушильна шафа, шейкер, магнітна мішалка.

Можливими травмонебезпечними місцями ураження людей електричним струмом є: дотик до відкритих струмопровідних елементів обладнання, що опинилися під напругою у результаті порушення ізоляції.

Допустимі значення струму і напруги:

- у нормальному режимі роботи $I_{\text{л}} = 0,3 \text{ мА}$ і $U_{\text{пр}} = 2\text{В}$, з часом дії до 10 хвилин на добу;

- в аварійному режимі роботи $I_{\text{л}} = 6 \text{ мА}$ і $U_{\text{пр}} = 36\text{В}$, при контакті більше 1с.

Особливо небезпечне ураження електричним струмом можливо при одночасному дотику до металевих корпусів електрообладнання і до заземлених газових та водопровідних комунікацій. Найчастіше бувають два випадки замикання ланцюга струму через тіло людини: коли він торкається одночасно до двох провідників (двофазне), і коли він торкається тільки до одного провідника (однофазне).

					ХН 2115 1440 000 ПЗ	Арк.
						82
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перший випадок небезпечний, так як до тіла людини прикладається лінійна напруга.

У цьому випадку струм, який проходить через тіло людини, дорівнює:

$$I_l = \frac{U_l}{R_l} \cdot 10^3, \text{ мА},$$

де $U_l = 380$ – лінійна напруга, В;

$R_l = 1000$ — опір тіла людини, Ом.

$$I_l = \frac{380}{1000} \cdot 10^3 = 380 \text{ мА}.$$

При цьому напруга доторкання дорівнює: $U_d = I_l \cdot R_l = 0,38 \cdot 1000 = 380 \text{ В}$.

Однофазний дотик зустрічається частіше, ніж двофазний. Такий дотик менш небезпечний, тому що до тіла людини прикладається фазна напруга.

Струм, що проходить через тіло людини, в цьому випадку, дорівнює:

$$I_l = \frac{U_\phi}{R_l + R_o} \cdot 10^3, \text{ мА}$$

де $U_\phi = 220$ - фазна напруга, В; $R_l = 2000$ – опір тіла людини, Ом;

$R_o = 4$ - опір нейтралі заземлення, Ом.

$$I_l = \frac{220}{2000 + 4} \cdot 10^3 = 109,8, \text{ мА}.$$

При цьому напруга дотику дорівнює:

$$U_d = I_l \cdot R_l = 0,1098 \cdot 2000 = 219,6 \text{ В}.$$

Порівнюючи розрахункові значення струмів з допустимими згідно ГОСТ 12.1.038-82, можна зробити висновок, що при порушенні правил ПУЕ в лабораторії можливі електротравми з важкими наслідками.

Під час проведення НДР використовувалися прилади в робочому стані та класу 01. Ці прилади мають додатковий захист від ураження людини електричним струмом з допомогою занулення.

					ХН 2115 1440 000 ПЗ	Арк.
						83
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для попередження нещасних випадків при виконанні дослідної частини прокту виконувалися наступні умови:

- перевірялась цілісність з'єднувальних проводів та ізоляції при підключенні приладів;
- використовувалися прилади заводського виготовлення з використанням малих напруг;
- для колективного захисту від ураження електричним струмом в аварійних випадках в лабораторії використовуються занулення корпусів електроустаткування, гумові килимки, ізолюючі підставки, спецодяг.

Для захисту людей від ураження електричним струмом передбачені наступні заходи: занулення корпусів електрообладнання, захисне вимикання, малі напруги, наявність засобів індивідуального захисту (гумові діелектричні рукавиці), подвійна ізоляція електроустаткування, електричний поділ мережі.

Як організаційні заходи проводяться: інструктаж і перевірка знань правил безпеки, інструкцій, правил надання долікарняної допомоги.

8.1.5 Атестація робочого місця

Оцінка фактичного стану праці на робочому місці дослідника проводяться за даними атестації робочого місця і спеціальних інструментальних вимірів рівнів факторів виробничого середовища, які відображені у карті умов праці робочого місця дослідника (таблиця 8.4).

Карта умов праці на робочому місці

Підприємство: Національний технічний університет України «КПІ»

Лабораторія: № 100, 4 корпус

Відповідальний за заповнення карти: Шостак Владислав Богданович

Дата заповнення: 12.05. 2016

					ХН 2115 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		84

Таблиця 8.4 – Карта умов праці на робочому місці експериментатора в лабораторії №100 кафедри ТНР та ЗХТ НТУУ "КПІ"

П/п	Фактори виробничого середовища	Норми ГДР;ГДК	Фактичне значення	Ступінь шкідливості фактору Х, балів	Тривалість за зміну,Т	Шкідливість фактична (Х _{фак}), балів
	Шкідливі хімічні речовини,мг/м ³ : Масло: IV клас небезпечності: Біле вазелінове	5	Експрес оцінка	1	0,5	0,5
	Шум, дБА	75	85	1	0,2	0,2
	Мікроклімат у приміщенні: -температура повітря, °С	20-22	20	-	1	-
	-швидкість руху повітря , м/с	0,1-0,2	0,1	-	0,2	-
	-відносна вологість повітря ,%	40-60	60	-	0,5	-
	Напруженість праці: - увага(% часу зміни)	51-75	50	-	1	-
	Освітленість в приміщенні, лк	400	400	-	0,25	-

Сума значень факторів промислового середовища (х_{факт.}): 0,7.

Розмір доплати за умови праці 8 %.

Згідно з даними таблиці карти умов праці робочого місця робочі умови вважаються шкідливими. У відповідних параграфах розділу викладені заходи з охорони праці та пропозиції щодо раціоналізації робочого місця дослідника.

8.1.6 Безпека проведення експериментів

До самостійної роботи в лабораторії № 153 кафедри ТНР та ЗХТ допускаються тільки професійно підготовлені особи, які досягли 18-ти років і пройшли вступний і первинний інструктаж з охорони праці на робочому місці,

					ХН 2115 1440 000 ПЗ	Арк.
						85
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

з пожежної безпеки та ознайомленні з методикою виконання НДР.

Переважає частина експерименту НДР в лабораторії пов'язана з використанням скляного посуду. При порушенні правил роботи з ним можливі мікротравми. В першу чергу – це порізи рук при розбиванні скляного посуду.

Особливо небезпечні порізи осколками посуду, забрудненими хімічними реактивами, оскільки в таких випадках токсичні речовини можуть потрапляти безпосередньо в кров.

Важкі травми (потребують тривалого лікування), що можуть призвести до інвалідності, можуть бути викликані потраплянням скла в очі.

З метою забезпечення безпеки експерименту передбачені наступні дії:

- перед початком роботи перевіряють наявність руху повітря у витяжній шафі; всі роботи з їдкими, токсичними, горючими речовинами проводять в витяжній шафі при наявності спеціального одягу й укомплектованої медичної аптечки;

- реактиви, хімічний посуд зберігаються в окремій шафі; наприкінці робочого дня вимикають електроенергію, газ і воду.

У медичних аптечках на робочому місці передбачені препарати, що застосовуються при опіках, ураженням електричним струмом. Медична аптечка знаходиться на видному місці, на столі завідуючого лабораторією.

При проведенні дослідів у вечірній час, або при проведенні небезпечного експерименту, у лабораторії знаходяться не менше двох чоловік, причому один з них старший.

З метою попередження травм та отруєнь хімічними речовинами:

- для проведення роботи використовуються керамічний та скляний посуд, що не має дефектів, його марка відповідає характеру виконуваної роботи;

- на посуді з реактивами є етикетки з розбірливими написами, які містять назву реактиву, його хімічну формулу, дату та дані про токсичність;

- відходи реактивів зберігаються у спеціальних ємкостях.

Верхній одяг зберігається в спеціальній шафі. Під час обіду їжа приймається в спеціально відведеному приміщенні.

					ХН 2115 1440 000 ПЗ	Арк.
						86
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

8.2 Пожежна безпека

При виконанні НДР в лабораторії пожежа може виникнути з наступних причин:

- горіння електроізоляції обладнання в результаті виникнення короткого замикання;
- пошкодження електромережі, в тому числі механічне;
- перенапруження електрообладнання;
- невиконання правил пожежної безпеки;
- прямий удар блискавки у будинок.

У зв'язку з високою пожежною безпекою, будівля корпусу ХТФ споруджена з негорючого матеріалу (бетон, цегла) та відноситься до другого ступеня пожежної стійкості.

Для забезпечення пожежної безпеки в лабораторії виконуються наступні умови:

- електропроводи захищені в труби;
- для запобігання перевантаження системи використовують плавкі запобіжники;
- в приміщенні лабораторії на випадок пожежі встановлені два ручних вуглекислотних вогнегасники типу ВВ-8 та ящик з піском об'ємом 1 м³;
- лабораторія забезпечена автоматичною електричною пожежною сигналізацією з тепловими оповісниками та згідно з ГОСТ 12.1.004 – 85, внутрішнім пожежним краном:
- легкогорючі та горючі рідини зберігаються в товстостінних пляшках з притертими пробками в спеціальному підсобному приміщенні в металічному ящику;
- витяжна шафа на 90 % виконана із негорючих матеріалів;
- для забезпечення блискавкозахисту на будівлі згідно з СН 305-17, встановлено декілька блискавковідводів стрижньового типу;

					ХН 2115 1440 000 ПЗ	Арк.
						87
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- використання засобів колективного захисту від статичної електрики згідно з ГОСТ 12.4.124-83, а саме використовується відвід зарядів за допомогою заземлення;

- газові балони (інертний газ - азот) знаходяться в приміщенні лабораторії, в спеціальних маркованих балонах.

Таблиця 8.5 - Показники пожежо- і вибухонебезпечних речовин і матеріалів. Класифікація виробництва пожежо- і вибухонебезпечності та влаштування блискавкозахисту

Назва приміщення	Речовини	Агрегатний стан речов. в норм. умовах	Горючість, займистість	Показники пожежо- і вибухо-небезпечності, °С			Вибухонезбезпечні суміші з повітрям		Вогнегасні засоби	Категорія приміщення за ЗНТП 24-86	Клас приміщення/зони/і зовнішніх установок згідно з ПБЕ	Категорія об'єкта і тип зони захиста і влаштування блискавкозахисту згідно з БН 305-77
				Температура спалаху	Температура займання	Температура самозаймання	категорія	група				
Лаб ора- торі я №10 0 каф. ТНР та ЗХТ	Гума	Тв.	Г	-	220		T3	IIA	ОУ-5	В	I	III
	Папір	Тв.	Г	170	230	100	T6	IIA	Вода, ВП1			
	Деревина	Тв.	Г		300	330 - -350	T3	IIA	ВПП-4, ВП1			

Для запобігання загоряння електрообладнання, електропроводка розташовується в недоступному для механічного пошкодження місці. Для запобігання перевантаження встановлені запобіжники і контрольно-вимірювальні прилади. До пожежонебезпечних місць у лабораторії відносяться ті місця, де розташовано сушильну шафу, лабораторні столи, стільці, віконні рами, двері. При виникненні пожежі забезпечується евакуація людей через центральний вихід безпосередньо на вулицю.

9 ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ВІДДІЛЕННЯ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД ВІД НАФТОПРОДУКТІВ

У даному розділі приводяться відомості стосовно екологічної безпеки проведення процесу очищення стічних вод від нафтопродуктів методом флотоекстракції. Безпечне навколишнє природне середовище є головною передумовою здоров'я не лише нинішнього, а й майбутнього поколінь. Згідно статті 59,60 Кодексу України про адміністративні правопорушення при недотриманні норм ГДК, сплачується штраф.

Таблиця 9.1 – Гранично допустимі концентрації (ГДК) нафтопродуктів

№	Гідрохімічний показник	ГДК		
		Для водойм рибогосподарськ ого призначення (ГДК _{РГ})	Для водойм господарсько- побутового використання (ГДК _{ГП})	Для відве- дення кана- лізаційною мережею.
1	Світлі нафтопродукти, мг/дм ³	-	0,1	-
2	Сірчана нафта	-	0,1	-
3	Загальний вміст нафтопродуктів	0,05	0,3	20
4	Завислі речовини	15	15	500

Пошук нових, більш досконалих та економічно доцільних методів очищення стічних вод, що дозволяють не тільки видаляти нафтопродукти, а й запобігати утворенню великої кількості відходів, регенерувати коштовні компоненти, є одним з основних напрямків розвитку технологій очищення стічних вод. З цієї точки зору перспективним методом є флотоекстракція.

9.1 Аналіз відходів, що утворюються

Згідно опису технологічної схеми розділу 4, джерелами відходів є:

- нафтовловлювач, після якого потрібно утилізувати вологий осад та обводнені нафтопродукти;
- флотатор. Відпрацьований екстрагент, який містить певний відсоток нафтопродуктів, потрібно утилізувати;
- адсорбційний фільтр, після якого потрібно утилізувати відпрацьовану загрузку та води після регенерації.

9.2 Варіанти екологізації виробництва

Для утилізації відходів можна запропонувати направляти екстракт та обводнені нафтопродукти з нафтоуловлювача на подальшу перегонку або ректифікацію та відновлювати з суміші екстрагент, виділяти окремо світлі нафтопродукти та мазути, які потім продавати як паливо для різноманітних цілей [2].

Забруднені нафтопродуктами шлами і осади, які утворюються на стадії відстоювання у нафтовловлювачі, як правило, представляють собою стійкі дисперсні системи з вмістом води від 50 до 95%. Найбільш поширений прийом зневоднення шламів і осадів полягає у використанні хімічної обробки їх коагулянтами і флокулянтами з подальшим зневодненням на вакуумних фільтрах, центрифугах або стрічкових фільтрах. При цьому передбачається можливість отримання нафтової фракції з поверненням її в цикл нафтопереробки разом з сировою нафтою. Переробка отриманої в цьому процесі твердої фази найбільш доцільна способом біокомпостування. Концентрація нафтопродуктів у осаді, придатному для біокомпостування, може скласти від 10 до 100 г/кг повітряно-сухого осаду. Процес передбачає наявність дренажної системи, що дозволяє знизити витрати на зневоднення шламів [2].

Води, які утворюються після регенерації кварцового фільтру спрямовувати на очищення на початок технологічної схеми.

Перспективним є використання замість кварцового піску олеофільних загрузок. Є позитивний досвід очищення нафтовмісних стічних вод на

					ХН 2115 1440 000 ПЗ	Арк.
						90
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

фільтрах із загрузкою з пінополіуретану (ППУ), ємність якого по нафті досягає 60-80 кг/м³. Застосовується даний фільтр для очищення промислових стічних вод від неемульгованих нафтопродуктів, за винятком летких (бензин і інші) і важких (мазути). Концентрація суспензій обмежена 10 мг/л, температура - від 5 до 40 °С. При дотриманні вмісту в вихідній воді масел і нафтопродуктів до 50 мг/дм³ і швидкості фільтрування до 25 м/год фільтр забезпечує ефект очищення понад 80% при тривалості міжпромивного періоду 22 години [4].

Фільтруючий шар товщиною 2 м складається з кубиків ППУ розмірами 15х15х15 мм. Фільтрування проводиться в напрямку «зверху - вниз».

Сорбент регенерується шляхом його вилучення ковшовим елеватором і віджиму нафтопродуктів (регенерату) в спеціальні лотки. Одночасно сорбент продувається і розпушується стисненим повітрям. Після віджимання загрузка повертається в корпус установки. Недолік установки полягає в подрібненні і втрати частини завантаження під час віджиму. Цей недолік виявляється в меншій мірі, якщо використовуються нові модифіковані сорти пінополіуретану.

ППУ «Уремікс-913» має щільність 14-16 кг/м³, однорідну структуру, пори розмірами від 60 до 200 мкм, внаслідок чого сорбційна здатність цього сорту ППУ дуже велика.

«Уремікс-913» добре зберігає свою сорбційну здатність після регенерації віджиманням і має достатню міцність. Після 30 циклів віджиму валиками сорбційна ємність знижується від 50 до 35 г/г і стабілізується на цьому рівні. Неінтенсивний режим віджиму в центрифугах дозволяє підвищити кількість циклів роботи з віджиманням нафтопродуктів до 60 [4].

9.3 Розрахунки екологізації виробництва

При аналізі запропонованої схеми очищення стічних вод від нафтопродуктів зроблено висновок, що відходом флотоекстракційного

					ХН 2115 1440 000 ПЗ	Арк.
						91
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

очищення є екстракт, який слід відправляти на перегонку з метою вилучення нафтопродуктів та регенерації екстрагенту, а також відпрацьований кварцовий пісок, з адсорбційного фільтра.

За рік для очищення води методом флотоекстракції використовують таку кількість реагентів (розрахунки проведені на основі наукових досліджень, врахувавши, що відношення, екстрагент : вода – 1 : 20, екстрагент оновлювати кожен день).

Об'єм білого мінерального масла, яке витрачається під час процесу флотоекстракції:

$$V_{\text{екст}} = V_{\text{екст.доб}} \cdot 365;$$

$$V_{\text{екст}} = 5 \cdot 365 = 1825 \text{ м}^3/\text{рік},$$

де $V_{\text{екст.доб}}$ – добова витрата екстрагенту, $\text{м}^3/\text{добу}$ (з розділу 5.3).

Під час очищення вилучається нафтопродуктів:

$$V_{\text{нафт}} = \frac{(C_{\text{поч}} - C_{\text{кін}}) \cdot V_{\text{ст.вод}} \cdot 365}{10^6 \cdot \rho} = \frac{(2200 - 20) \cdot 1150 \cdot 365}{10^6 \cdot 0,8} = 1143 \frac{\text{т}}{\text{рік}},$$

де $C_{\text{поч}}$ – початкова концентрація нафтопродуктів у воді, $\text{мг}/\text{дм}^3$; $C_{\text{кін}}$ – концентрація нафтопродуктів після очищення, $\text{мг}/\text{дм}^3$; $V_{\text{ст.вод}}$ – добовий об'єм стічних вод, $\text{м}^3/\text{добу}$; ρ – густина нафтопродуктів, $\text{кг}/\text{дм}^3$.

9.4 Розрахунок екологічних платежів

Згідно статті 245.2 Податкового кодексу України, ставка податку за викиди у водні об'єкти нафтопродуктів складає 7607 грн./тону.

Розрахунок розміру податку за викиди нафтопродукти у водойми за рік:

$$P_{\text{н}} = (C_{\text{поч}} - C_{\text{норм}}) \cdot \frac{V_{\text{ст.вод}}}{10^6} \cdot 365 \cdot H \cdot K_{\text{т}} = (2200 - 5) \cdot \frac{1150}{10^6} \cdot 365 \cdot 7607 \cdot 2 =$$

$$= 14\,017\,437,92 \text{ грн./рік.}$$

де H – норма податку, грн. за 1 т нафтопродукту; $K_{\text{т}}$ – територіальний коефіцієнт.

					ХН 2115 1440 000 ПЗ	Арк.
						92
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Біле мінеральне масло, яке виступає в якості екстрагента, належить до 4 класу шкідливих речовин.

Розрахунок розміру податку (грн.) за викиди екстрагенту за рік:

$$\Pi = V_{\text{екстр}} \cdot \rho \cdot \Pi = V_{\text{екстр}} \cdot \rho \cdot H \cdot K_T = 1825 \cdot 0,8 \cdot 7606 \cdot 2 = 22\,209\,520 \text{ грн./рік.}$$

При викиді стічних вод нафтобаз, без попереднього їх очищення до норм ГДК призведе до сплати податку у сумі 14 017 437,92 грн./рік. Постає необхідність доведення стічної води до норм ГДК та регенерації екстрагенту. При використанні різних методів очищення води, наприклад флотоекстракції, постає проблема утилізації відходів. У даному розділі наведено відомості стосовно екологічної безпеки процесу очищення стічних вод від нафтопродуктів методом флотоекстракції. Даний метод є ефективний, оскільки після очищення води, екстракт поступає на подальшу регенерацію з вилученням цінних компонентів і їх продажою або використанням у інших сферах хімічної та паливної промисловості. Очищену воду можна повертати у цикл або скидати у водойми, не сплачуючи за це податок.

					ХН 2115 1440 000 ПЗ	Арк.
						93
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

В бакалаврському проекті був запропонований метод флотоекстракції для очищення стічних вод від нафтопродуктів. Дана технологія є однією з нових та перспективних на сьогоднішній день, яка використовується для очищення води на іоному та міцельному рівні з хімічними реагентами, надлишок яких повністю виноситься в шар екстрагента, одночасно з флотуванням основного забруднювача. Нафтопродукти можна вилучати з екстракту та повертати назад у виробничий цикл. Екстрагент також доцільно регенерувати, що значно зменшує втрати в процесі.

У проекті на підставі зроблених розрахунків обрано необхідне основне і допоміжне устаткування.

На основі технологічної схеми було розроблено і обрано прилади автоматичний контролю і регулювання усіх найважливіших параметрів, що характеризують нормальний хід процесу.

Розраховано вартість одного кубометра очищеної води, що становить 15,24 грн. Капіталовкладення в дане відділення склали 7 979 000 грн. Економічний ефект 7 619 856 грн./рік.

У проекті проаналізовано стан науково-дослідної лабораторії щодо безпечних умов роботи, пожежної безпеки й охорони навколишнього середовища. Запропоновано метод екологізації виробництва. Податок на скид забрудненої води становить 14 017 438 грн./рік, у випадку якщо забруднену воду не очищувати.

Розрахунки, які наведені в проекті, дозволяють зробити висновок, що очищення стічних вод від нафтопродуктів методом флотоекстракції і повернення її у виробничий цикл є досить вигідним, і треба розвивати та впроваджувати даний напрямок на очисних станціях нафтобаз, пропарно-промивних станціях, на нафтоперегінних установах, а в подальшому на нафтопереробних заводах.

					ХН 2115 1440 000 ПЗ	Арк.
						94
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Матвеева О. Л., Аналіз проблем та перспектив використання методів очищення нафтовмістних стічних вод: Стаття/ О. Л. Матвеева, Д. О. Демянко, І. О. Огданська – УДК 696.135(045) с. 181 – 187.
2. Долина Л.Ф., Современная технология и сооружения для очищения нефтесодержащих сточных вод. – Днепропетровск, изд. «Континент», 2005. – 296с.
3. Стахов Е.А. Очистка нефтесодержащих сточных вод предприятий хранения и транспорта нефтепродуктов.– Л.: Недра, 1983.—263с.
4. Воловник Г.И., Терехов Л.Д., Терехова Е.Л. Водоотведение промышленных предприятий. Учебное пособие – Хабаровск, ГОУ ВПО «Дальневосточный государственный университет путей сообщения» (ДВГУПС), 2008. – 411с.
5. Толстопалова Н.М., Обушенко Т.І., Таргонська О.О., Теорія та сфери застосування методу флотоекстракції: огляд – К.: Наукові вісті НТУУ “КПІ”. – 2010. – № 3. – с. 106–126
6. Thoma G.J., Bowen M.L., Hollensworth D. Dissolved air recipitation/solvent sublation for oil-field produced water treatment. Separation and Purification Technology 16 (1999) 101–107.
7. Bryson, B.G., Valsaraj, K.T., 2001. Solvent sublation for waste minimization in a process water stream — a pilot-scale study. J. Hazard. Mater. 82 (1), 65–75
8. Пономарев В.Г., Иоакимис Э.Г., Монгайт И.Л. Очистка сточных вод нефтеперерабатывающих заводов – М.: Химия, 1985. – 254с.
9. Теслюк Л.М., Катышев С.Ф., Низов В.А. Оборудование химических заводов. Нормы и методы расчета на прочность основных деталей аппаратов. Учебное электронное текстовое издание / подред. В.Н. Десятника – Екатеринбург, ГОУ ВПО «Уральский государственный технический университет – УПИ», 2005. – 41с.

					ХН 2115 1440 000 ПЗ	Арк.
						95
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

10. Насос для нефтепродуктов центробежный КМ 80-65-160Е [Электронный ресурс] – Режим доступа – http://nasos-info.info/katalog/nasosydljanefteproduktov?field_naznach_tid%5B%5D=214&field_power_tid%5B%5D=242

11. Haskel AGT-4 Поршневой компрессор [Электронный ресурс] – Режим доступа – <http://www.haskel-hydro.ru/gasboosters.php?series=4&name=27>

12. Химический вертикальный центробежный насос ИМ 140 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://www.debem.com.ua/nasos/vertikalnye_nasosy/im_140/

13. Насосы дозировочные типа НД [Электронный ресурс] – Режим доступа <http://www.kharkovmash.com/ru/metering-pumps-nd-type.html>

14. Задвижки стальные 30с41нж [Электронный ресурс] – Режим доступа – <http://truboprom.com.ua/produkcija/truboprovodnaja-armatura/zadvizhki-stalnye/zadvizhki-stalnye-30s41nzh/>

15. Фильтры осветлительные вертикальные ФОВ [Электронный ресурс] – Режим доступа <http://www.teko-filter.ru/production/filtr-dly-ochistki/fov>

16. РСВ-300 М3, Резервуар вертикальный стальной цилиндрический [Электронный ресурс] – Режим доступа <http://r-stroitel.ru/catalog/rvs/rvs-300/>

17. Поршневой компрессор FIAC СБ4/С-50.GM192 [Электронный ресурс] – Режим доступа http://kozakplus.com/shop/product/compressor_fiac-50-litres/

18. Лукінюк М. В. Контроль і керування хіміко-технологічними процесами: У 2 кн. Кн. 1. Методи та технічні засоби автоматичного контролю хіміко-технологічних процесів: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл., які навчаються за на-прямом підготовки: «Хімічна технологія та інженерія» / М. В. Лукінюк. – К.: НТУУ «КПІ», 2012. – 336 с. : іл. – Біблігр.: с. 328–330. – 300 пр. – ISBN 978-966-622-520-0. – ISBN 978-966-622-530-9 (Кн. 1).

					ХН 2115 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		96

19. Лукінюк М. В. Контроль і керування хіміко-технологічними процесами: У 2 кн. 2. Керування хіміко-технологічними процесами: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл., які навчаються за напрямом: «Хімічна технологія та інженерія»/М. В. Лукінюк. – К.:НТУУ «КПІ», 2012.– 336 с.: іл. – Біблігр.: с. 331–332. – 300 пр. – ISBN 978-966-622-520-0. – ISBN 978-966-622-531-6 (Кн. 2).

20. Підлісна О.А. Методичні вказівки до виконання організаційно-економічної частини дипломних проектів для студентів хіміко-технологічних спеціальностей усіх форм навчання / Уклад.: О.А. Підлісна, В.В. Янковий, М.П. Дорошенко. – К.: ІВЦ „Видавництво „Політехніка”, 2002 – 28 с. – Бібліогр. с. 25-27.

21. Ректификационные колонны [Електронний ресурс] – Режим доступу <http://www.npz1.ru/rektifikacionnaya-kolonna.shtml>

22. Александров И.А. Перегонка и ректификация в нефтепереработке. – М.: Химия, 1981. – 352 с.

23. Методичні вказівки до виконання розділу «Охорона праці» в дипломних проектах і роботах бакалаврів хіміко-технологічного і біотехнології та біотехніки факультетів» / Уклад.: А.Т. Орленко, Н.А. Праховнік, Ю.О. Полукаров - К.: НТУУ «КПІ», 2011. - 33 с

24. Fatemeh Bayati, Jalal Shayegan, Abolfazl Noorjahan Treatment of oilfield produced water by dissolved air precipitation/solvent sublation. Journal of Petroleum Science and Engineering 80 (2012) 26–31.

25. Jayaprakash Saththasivam, Kavithaa Loganathan, Sarper Sarp An overview of oilwater separation using gas flotation systems. Chemosphere 144 (2016) 671 – 680.

					ХН 2115 1440 000 ПЗ	Арк.
						97
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Специфікація устаткування, виробів і матеріалів

Позиція на схемі	Технологічний параметр	Середовище і місце відбору інформації	Граничне значення параметрів	Місце монтажу	Назва та характеристика	Тип моделі	Кількість	Завод-виробник
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1-1, 2-1, 3-1, 6-1, 13-1	Витрата	Вода стічна, Реагент для контролю рН, Реагент ПАР, Екстрагент, повітря трубопровід	-	Трубопровід	Діафрагма камерна, $P_y = 0,6 \text{ МПа}$; $D_{\text{тр}} = 150 \text{ мм}$	ДКС 0,6–150	6	ВАТ «Промприлад», м. Івано-Франківськ
1-2, 2-2, 3-2, 6-2, 13-2	Витрата	Те саме	-	Місцевий	Вимірювальний тензоперетворювач перепаду тиску з блоком добування квадратного кореня, $\Delta P_{\text{max}} = 0,4 \text{ МПа}$, температура $5 \dots 50 \text{ }^\circ\text{C}$, матеріал мембрани – сплав 36НХТЮ, гранично допустима основна похибка 0,25 %; $I_{\text{вих}} = 0 \dots 5 \text{ мА}$	«Сапфир-22ДД», мод.2450	6	ВАТ «Промприлад», м. Івано-Франківськ
1-3, 2-3, 3-3, 6-3, 13-3	Витрата	Те саме	-	Щит керування	Автоматичний показувальний і реєструвальний вторинний прилад; вхідні сигнали: $0 \dots 50 \text{ мВ}$, $0 \dots 100 \text{ мВ}$, $0 \dots 5 \text{ В}$, $0 \dots 10 \text{ В}$, $0 \dots 5 \text{ мА}$, $4 \dots 20 \text{ мА}$; клас точності 0,5	ДИСК-250П	6	ЗАТ «Промышленная группа „Метран”», м. Челябинськ

Продовження додатку 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
1-4, 2-4, 6-4, 13-4	Те саме	Те саме	-	Щит керування	Регулятор мікропроцесорний. Реалізує дво- та трипозиційне регулювання. Кількість входів: аналогових – 2 (0...5 мА, 0...10 В), $I_{\text{вих}} = 0,5 \text{ мА}$	МІК-21	5	ВАТ «Підприємство “МІКРОЛ”», м. Івано- Франківськ
1-5, 2-5, 6-5, 13-5	Те саме	Те саме	-	Трубо- провід	Механізм виконавчий електричний: 6,3 – номінальний обертовий момент на вихідному валу, Н·м; 12,5 – номінальний час повного ходу вихідного валу, с; 0,25 – номінальний повний хід вихідного валу, об	МЭО- 6,3/12,5- 0,25-99	5	Севанський завод електричних ви- конавчих механізмів, м. Севан
4-1, 8-1, 9-1	Рівень	Бак усереднювач, Бак обробки промивних вод, Флотатор	-	Відповідні баки	Рівнемір буйковий з пневматичним передавальним перетворювачем, матеріал буйка та підвіски – Сталь 12Х18Н10Т, $L_{\text{max}} = 0,02 \dots 16 \text{ м}$, $p_{\text{доп}} = 4 \text{ МПа}$, температура (-50)...50 °С, відносна вологість 98–100 %(при 35 °С), $P_{\text{вих}} = 20 \dots 100 \text{ кПа}$, допустима основна похибка 1,5 %	УБ-ПА	3	ВО «Теплоприбор», м. Рязань
4-2, 8-2, 9-2	Рівень	Те саме	-	Щит керування	Автоматичний показувальний і реєструвальний вторинний прилад; вхідні сигнали: 20...100 кПа клас точності 1	ПКР1	3	АТ «Саранский приборостроительный завод», м. Саранськ
4-3, 8-3, 9-3	Рівень	Те саме	-	Щит керування	Перетворювач пневмоелектричний, $P_{\text{вх}} = 20 \dots 100 \text{ кПа}$; $I_{\text{вих}} = 0 \dots 5$ (0...20 мА, 4...20 мА); граничнодопустима основна зведена похибка $\pm 0,5$; $P_{\text{max}} = 400 \text{ кПа}$; $P_{\text{жив}} = 140 \text{ кПа}$; діапазон робочих температур 5...50 °С; монтаж на Din-рейку; індикація вимірюваного параметра; інтерфейс RS-485	МТМ 4000PI-Д3	3	ТОВ НВП «Мікротерм», м. Сіверодонецьк

7-1	Рівень	Бак з мішалкою	-	Відповідний бак	Первинний вимірювальний перетворювач акустичного рівнеміра ЭХО-5Н; температура контролюваного середовища (-40)...80 °С, температура навколишнього до АП повітря (-30)...50 °С, діапазон вимірювання 0...6,0 м; гранично допустима основна похибка $\pm 1,5\%$	АП-91	1	ТОВ «Старорус-прибор», м. Стара Руса
7-2	Рівень	Те саме	-	Місцевий	Проміжний вимірювальний перетворювач акустичного рівнеміра ЭХО-5Н, $I_{\text{вих}} = 0 \dots 5$ (4...20) мА	ППИ-5Н	1	ТОВ «Старорус-прибор», м. Стара Руса
7-3	Рівень	Те саме	-	Щит керування	Автоматичний показувальний і реєструвальний вторинний прилад ; вхідні сигнали: 0...50 мВ, 0...100 мВ, 0...5 В, 0...10 В, 0...5 мА, 4...20 мА; клас точності 0,5	ДИСК-250П	1	ЗАТ «Промышленная группа „Метран”», м. Челябинськ
7-4	Рівень	Те саме	-	Щит керування	Регулятор мікропроцесорний. Реалізує дво- та трипозиційне регулювання. Кількість входів: аналогових – 2 (0...5 мА, 0...10 В)	МПК-21	1	ВАТ «Підприємство “МІКРОЛ”», м. Івано-Франківськ
7-5	Рівень	Те саме	-	Трубопровід	Механізм виконавчий електричний: 6,3 – номінальний обертовий момент на вихідному валу, Н·м; 12,5 – номінальний час повного ходу вихідного валу, с; 0,25 – номінальний повний хід вихідного валу, об	МЭО-6,3/12,5-0,25-99	1	Севанський завод електричних виконавчих механізмів, м. Севан
12-1	Рівень	Нафтовловлювач	1,15 м	Блок тонкого відстоювання нафтовловлювача	Первинний вимірювальний перетворювач акустичного рівнеміра ЭХО-5Н; температура контролюваного середовища (-40)...80 °С, температура навколишнього до АП повітря (-30)...50 °С, діапазон вимірювання 0...6,0 м; гранично допустима основна похибка $\pm 1,5\%$	АП-91	1	ТОВ «Старорус-прибор», м. Стара Руса

Продовження додатку 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
12-2	Рівень	Нафтовловлювач	1,15 м	Місцевий	Проміжний вимірювальний перетворювач акустичного рівнеміра ЭХО-5Н, $I_{\text{вих}}=0\ldots 5$ (4...20) мА	ППИ-5Н	1	ТОВ «Старорус-прибор», м. Стара Руса
12-3	Рівень	Нафтовловлювач	1,15 м	Щит керування	Автоматичний показувальний і реєструвальний вторинний прилад; вхідні сигнали: 0...50 мВ, 0...100 мВ, 0...5 В, 0...10 В, 0...5 мА, 4...20 мА; клас точності 0,5	ДИСК-250П	1	ЗАТ «Промышленная группа „Метран”», м. Челябінськ
12-4	Рівень	Нафтовловлювач	1,15 м	Щит керування	Регулятор мікропроцесорний. Реалізує дво- та трипозиційне регулювання. Кількість входів: аналогових – 2 (0...5 мА, 0...10 В)	МІК-21	1	ВАТ «Підприємство “МІКРОЛ”», м. Івано-Франківськ
12-5	Рівень	Нафтовловлювач	1,15 м	Трубопровід	Механізм виконавчий електричний: 6,3 – номінальний обертовий момент на вихідному валу, Н·м; 12,5 – номінальний час повного ходу вихідного валу, с; 0,25 – номінальний повний хід вихідного валу, об	МЭО-6,3/12,5-0,25-99	1	Севанський завод електричних виконавчих механізмів, м. Севан
5-1	pH	Вода фільтрована, нейтралізовані промивні води, трубопровід	7...9	Трубопровід	Чутливий елемент рН-метра заглибного виконання з електродами скляними ЕСП-31-06 і регулятором тиску РДС-1	ДПГ-4М	1	«Гомельський завод измерительных приборов», м. Гомель
5-2	pH	Те саме	7...9	Місцевий	Перетворювач високоомний (для $R_n > 200$ Ом); клас точності 1; $I_{\text{вих}} = 0\ldots 5$ мА; цифрова індикація результатів; пристрій зв'язку з комп'ютером	П-215М	1	«Гомельський завод измерительных приборов», м. Гомель

Продовження додатку 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
5-3	pH	Те саме	7...9	Щит керування	Автоматичний показувальний і реєструвальний вторинний прилад; вхідні сигнали: 0...50 мВ, 0...100 мВ, 0...5 В, 0...10В, 0...5 мА, 4...20 мА; клас точності 0,5	ДИСК-250П	1	ЗАТ «Промышленная группа „Метран”», м. Челябінськ
5-4	pH	Те саме	7...9	Щит керування	Регулятор мікропроцесорний. Реалізує дво- та трипозиційне регулювання. Кількість входів: аналогових – 2 (0...5 мА, 0...10 В)	МІК-21	1	ВАТ «Підприємство “МІКРОЛ”», м. Івано-Франківськ
5-5	pH	Те саме	7...9	Трубопровід	Механізм виконавчий електричний: 6,3 – номінальний обертовий момент на вихідному валу, Н·м; 12,5 – номінальний час повного ходу вихідного валу, с; 0,25 – номінальний повний хід вихідного валу, об	МЭО-6,3/12,5-0,25-99	1	Севанський завод електричних виконавчих механізмів, м. Севан
10-1	Концентрація нафтопродуктів	Трубопровід	20 мг/л	Трубопровід	Первинний перетворювач аналізатора рідини кондуктометричного АЖК-1	АЖК-1.1	1	НВО «Автоматика», м. Володимир
10-2	Концентрація нафтопродуктів	Трубопровід	20 мг/л	Місцевий	Блок керування аналізатора рідини кондуктометричного АЖК-1, $I_{\text{вих}} = 0...5$ мА; граничнодопустима основна похибка 2,5 %	АЖК-1.2	1	НВО «Автоматика», м. Володимир

Продовження додатку 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
10-3	Концентрація нафтопродуктів	Трубопровід	20 мг/л	Щит керування	Автоматичний показувальний і реєструвальний вторинний прилад; вхідні сигнали: 0...50 мВ, 0...100 мВ, 0...5 В, 0...10В, 0...5 мА, 4...20 мА; клас точності 0,5	ДИСК-250П	1	ЗАТ «Промышленная группа „Метран”», м. Челябинськ
10-4	Концентрація нафтопродуктів	Те саме	20 мг/л	Щит керування	Регулятор мікропроцесорний. Реалізує дво- та трипозиційне регулювання. Кількість входів: аналогових – 2 (0...5 мА, 0...10 В)	МІК-21	1	ВАТ «Підприємство „МІКРОЛ”», м. Івано-Франківськ
10-5	Концентрація нафтопродуктів	Те саме	20 мг/л	Трубопровід	Механізм виконавчий електричний: 6,3 – номінальний обертовий момент на вихідному валу, Н·м; 12,5 – номінальний час повного ходу вихідного валу, с; 0,25 – номінальний повний хід вихідного валу, об	МЭО-6,3/12,5-0,25-99	1	Севанський завод електричних виконавчих механізмів, м. Севан
14-1	Концентрація нафтопродуктів	Трубопровід	-	Трубопровід	Первинний перетворювач аналізатора рідини кондуктометричного АЖК-1	АЖК-1.1	1	НВО «Автоматика», м. Володимир
14-2	Концентрація нафтопродуктів	Трубопровід	-	Місцевий	Блок керування аналізатора рідини кондуктометричного АЖК-1, $I_{\text{вих}} = 0...5$ мА; гранично-допустима похибка 2,5%	АЖК-1.2	1	НВО «Автоматика», м. Володимир

Продовження додатку 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
14-3	Концентрація нафтопродуктів	Трубопровід	-	Щит керування	Автоматичний показувальний і реєструвальний вторинний прилад; вхідні сигнали: 0...50 мВ, 0...100 мВ, 0...5 В, 0...10 В, 0...5 мА, 4...20 мА; клас точності 0,5	ДИСК-250П	1	ЗАТ «Промышленная группа „Метран”», м. Челябинськ
14-4	Концентрація нафтопродуктів	Те саме	-	Щит керування	Регулятор мікропроцесорний. Реалізує дво- та трипозиційне регулювання. Кількість входів: аналогових – 2 (0...5 мА, 0...10 В)	МІК-21	1	ВАТ «Підприємство “МІКРОЛ”», м. Івано-Франківськ
14-5	Концентрація нафтопродуктів	Те саме	-	Трубопровід	Механізм виконавчий електричний: 6,3 – номінальний обертовий момент на вихідному валу, Н·м; 12,5 – номінальний час повного ходу вихідного валу, с; 0,25 – номінальний повний хід вихідного валу, об	МЭО-6,3/12,5-0,25-99	1	Севанський завод електричних виконавчих механізмів, м. Севан
15-1	Каламутність	Трубопровід	2000 мг/дм ³	Трубопровід	Первинний перетворювач тридіапазонного аналізатора каламутності води (нефелометр)	УММ-06С-1	1	НВО «ОРІОН», м. Харків
15-2	Каламутність	Трубопровід	2000 мг/дм ³	Місцевий	Блок вимірювальний аналізатора каламутності показувальний; $I_{\text{вих}} = 4...20$ мА	УММ-06С-2	1	НВО «ОРІОН», м. Харків
15-3	Каламутність	Трубопровід	2000 мг/дм ³	Щит керування	Автоматичний показувальний і реєструвальний вторинний прилад; вхідні сигнали: 0...50 мВ, 0...100 мВ, 0...5 В, 0...10 В, 0...5 мА, 4...20 мА; клас точності 0,5	ДИСК-250П	1	ЗАТ «Промышленная группа „Метран”», м. Челябинськ

Продовження додатку 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
15-4	Каламу- тність	Те саме	2000 мг/дм ³	Щит ке- рування	Регулятор мікропроцесорний. Ре- алізує дво- та трипозиційне регу- лювання. Кількість входів: ана- логових – 2 (0...5 мА, 0...10 В)	МІК-21	1	ВАТ «Підприємство “МІКРОЛ”», м. Івано- Франківськ
15-5	Каламу- тність	Те саме	2000 мг/дм ³	Трубо- провід	Механізм виконавчий електрич- ний: 6,3 – номінальний обертовий момент на вихідному валу, Н·м; 12,5 – номінальний час повного ходу вихідного валу, с; 0,25 – но- мінальний повний хід вихідного валу, об	МЭО- 6,3/12,5- 0,25-99	1	Севанський завод електричних ви- конавчих механіз- мів, м. Севан
11-1	Різниця тисків	Адсорбцій- ний фільтр	-	Місцевий	Вимірювальний тензоперетворю- вач різниці тисків, $\Delta P_{\max} = 1$ МПа, температура 5...50 °С, матеріал мембрани – сплав 36НХТЮ, гра- нично допустима основна похибка 0,5 %; $I_{\text{вих}} = 0...5$ мА	«Сапфир- 22Д», мод.2150	1	ВО «Геофізпри- лад», м. Івано- Франківськ
11-2	Тиск	Те саме	-	Щит керування	Автоматичний показувальний і реєструвальний вторинний при- лад, входні сигнали: 0...50 мВ, 0...100 мВ, 0...5 В, 0...10 В, 0...5 мА, 4...20 мА; клас точності 0,5	ДИСК- 250И	1	ЗАТ «Промышленная группа „Метран”», м. Челябинськ

1	2	3	4	5	6	7	8	9
ЕЛЕКТРОАПАРАТИ								
МП1, МП2, МП3, МП4, МП6 МП8, МП9, МП10, МП11, МП12	-	-	-	Місцевий	Магнітний пускач безконтактний (на семісторах), реверсивний, для керування електричними виконавчими механізмами, у приводі яких використано однофазні електродвигуни; температура довкілля (-10)...50 °С, відносна вологість до 80%; керувальний сигнал $U_{вх}=24 \pm 6$ В, $U_{жив} = 220$ В, 50/60 Гц, $W_{жив} = 10$ В·А	ПБР-2М	10	ПО «Электроприбор», м. Чебоксари
МП5, МП7, МП13 МП14, МП15, МП16, МП 17, МП 18	-	-	-	Місцевий	Пускач магнітний безконтактний нереверсивний, кнопками «ПУСК» і «СТОП» для керування трифазними асинхронними електродвигунами з короткозамкнутим ротором, номінальний робочий струм 160 А; номінальна робоча напруга 220, 380, 660 В, номінальна потужність 45 кВт	ПМ12-160210 У2 В	8	ВАТ «Кашинский завод электроаппаратуры», м. Москва
SA1, SA2, SA3, SA4, SA5, SA6 SA7, SA8, SA9, SA10, SA11, SA12, SA13, SA14, SA15, SA16, SA17, SA18	-	-	-	Місцевий	Кнопка запобіжного вимикання; номінальна робоча напруга: змінна (частота 50/60 Гц) 660 В, постійна – 440 В, номінальний тепловий струм – 10 А	КМЕ-5111 У3	18	ТОВ «Кам'янець-Подільський електро-механічний завод», м. Кам'янець-Подільський

Продовження додатку 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
SB1, SB2, SB3, SB4, SB5, SB6, SB7, SB8, SB9, SB10, SB11, SB12, SB13, SB14, SB15 SB16	-	-	-	Щит ке- рування	Пост управління кнопочвий, кіль- кість елементів управління – 2; номінальна напруга ізоляції (за змінного струму частотою 50/60 Гц) 660 В, номінальний теп- ловий струм 10 А; температура довкілля від (-40) °С до 40 °С, ві- дносна вологість повітря 98 %, комутаційна зносостійкість 1000000 циклів	ПКУ 15- 21-131 У3	16	ЗАТ «Променер- гоавтоматика», м. Київ
HL1	-	-	-	Щит ке- рування	Лампа сигнальна світлодіодна із жовтим індикатором $U_{\text{жив}} = 220 \text{ В}$, 50/60 Гц, $d = 27 \text{ мм}$, сила світла 20 мКд	СКЛ-11-Ж-2- 220	1	ВАТ «Кашинский завод электроапа- ратуры», м. Моск- ва
HL2, HL4 HL6,HL8 HL12,HL14 HL16,HL18	-	-	-	Щит ке- рування	Лампа сигнальна світлодіодна із зеленим індикатором («ПУСК»), $U_{\text{жив}} = 220 \text{ В}$, 50/60 Гц, $d = 27 \text{ мм}$, сила світла 20 мКд	СКЛ- 11-3-2- 220	8	ВАТ «Кашинский завод электроапа- ратуры», м. Моск- ва
HL3, HL5 HL7,HL9 HL11,HL13 HL15,HL17	-	-	-	Щит ке- рування	Лампа сигнальна світлодіодна із червоним індикатором («СТОП»), $U_{\text{жив}} = 220 \text{ В}$, 50/60 Гц, $d = 27 \text{ мм}$, сила світла 20 мКд	СКЛ- 11-Ч-2- 220	8	ВАТ «Кашинский завод электроапа- ратуры», м. Моск- ва

Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание			
Справ. №	A1			XH2115 1440 001 TC	Технологічна схема	1				
		1			Бак-усереднювач	1				
		2			Насос забрудненої води	1				
		3			Нафтовловлювач	1				
		4			Бак-змішувач	1				
		5			Флотоекстракційна колона	1				
		6			Адсорбційний фільтр	1				
		7			Дозатор ПАР	1				
		8			Дозатор H2SO4	1				
		9			Компресор повітря	1				
		10			Редукційний клапан	1				
		11			Дозатор екстрагенту	1				
		12			Насос живильної води	1				
	13			Рециркуляційний насос	1					
Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	XH2115 1440 001						
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Відділення очищення стічних вод від нафтопродуктів Технологічна схема		Лит.	Лист	Листов
	Разраб.	Шостак В.Б.								
	Пров.	Обушенко Т.А.								
	Н.контр.	Супрунчук В.А.								
	Утв.	Толстополова Н.М.								
НТУУ "КПІ" ХТФ, ХН-21										

Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
Справ. №	A1				Документация			
					ХН2115 1440 003 СК	Складальне креслення		
						Сборочные единицы		
				1	ХН2115 1440 003 001	Верхня частина колони	1	
				2	ХН2115 1440 003 002	Нижня частина колони	1	
				3	ХН2115 1440 003 003	Кришка	1	
				4	ХН2115 1440 003 004	Барботер	1	
				5	ХН2115 1440 003 005	Заспокійливі решітки	2	
				6	ХН2115 1440 003 006	Смотровое стекло	2	
Подп. и дата					Стандартные изделия			
						Фланці ГОСТ 12820-80		
				7	ХН2115 06734 9 003 011	1-100-10 СтЗсп	4	
				8	ХН2115 06734 9 003 012	1-50-10 СтЗсп	2	
				9	ХН2115 06734 9 003 013	1-200-10 СтЗсп	1	
				10	ХН2115 06734 9 003 014	1-800-10 СтЗсп	1	
						Болты ГОСТ 7798-70		
				11	ХН2115 703245 003 015	M20x1,5-6gx80.46.016	12	
						Гайки ГОСТ 9064-75		
				12	ХН2115 703245 003 016	M20x1,5-6H.35	24	
						Шайбы ГОСТ 9065-75		
				13	ХН2115 703245 003 017	20.01.059	24	
Инв. № подл.								
Инв. № инв.								
Подп. и дата								
Инв. № докум.								
Подп.								
Дата								
Изм.								
Лист								
Разраб.								
Пров.								
Н.контр.								
Утв.								
ХН2115 1440 003						Лит.	Лист	Листов
Відділення очищення стічних вод від нафтопродуктів Флотатор безнапірний								1
						НТУУ "КПІ", ХТФ, ХН-21		
Копировал						Формат А4		