

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

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

До захисту допущено

В. о. завідувача кафедри

\_\_\_\_\_ Н.М. Толстопалова

“\_\_” \_\_\_\_\_ 201\_\_р.

**Дипломний проект**  
освітньо-кваліфікаційного рівня “бакалавр”

з напрямку 6.051301 «Хімічна технологія» професійного спрямування «Хімічні технології неорганічних речовин»

на тему: Відділення підготовки води для ін'єкцій

Виконав: студент 4 курсу, групи ХН-11  
Яйченя Юлія Олександрівна \_\_\_\_\_

Керівник доц. Донцова Т.А. \_\_\_\_\_

Консультанти

з автоматичного регулювання доц. Лукінюк М.В. \_\_\_\_\_

з економіко-організаційних рішень доц. Підлісна О.А. \_\_\_\_\_

з охорони праці доц., к.т.н, Полукаров Ю.О. \_\_\_\_\_

з екологічної безпеки доц, к.т.н, Концевой С.А. \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
(назва розділу) (вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали) (підпис)

Рецензент \_\_\_\_\_

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

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

Студент \_\_\_\_\_

Київ - 2015 року

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

Факультет хіміко-технологічний

Кафедра технології неорганічних речовин та загальної хімічної технології

Освітньо-кваліфікаційний рівень бакалавр

Напрямок підготовки 6.051301 Хімічна технологія

Професійне спрямування Хімічні технології неорганічних речовин

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувача кафедри

\_\_\_\_\_ Н.М. Толстопалова  
(підпис)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 201\_\_ р.

**ЗАВДАННЯ  
на дипломний проект студенту  
Яйчені Юлії Олександрівні**

1. Тема проекту: Відділення підготовки води для ін'єкцій  
керівник проекту: доц. к.х.н. Донцова Т. А.

затверджені наказом по університету від

2. Строк подання студентом проекту \_\_\_\_ червня 201\_\_р.

3. Вихідні дані до проекту \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік завдань, які потрібно розробити)  
Зміст проекту в цілому визначається даними Методичними рекомендаціями (МР) до виконання дипломного проекту, зміст пояснювальної записки конкретизується розділами МР.  
Технологічна частина: згідно розділам 1 – 6 МР. Автоматичне регулювання та контроль виробництва: згідно розділу 7 МР. Економіко-організаційні розрахунки: згідно розділу 8 МР. Охорона праці: згідно розділу 9 МР. Екологічна безпека виробництва: згідно розділу 10 МР.

5. Перелік графічного матеріалу. Обов'язкові креслення:

- технологічна схема відділення або цеху (1 аркуш формату А1);
- схема дистанційного контролю та автоматичного регулювання технологічних параметрів (1 аркуш формату А1);
- креслення загального вигляду технологічного реактора зі складальними кресленнями 1 ÷ 3 вузлів реактора (1 аркуш формату А1);
- Рекомендовані ілюстрації: ілюстрація результатів розрахунку економіко – організаційної частини (1 аркуш формату А1).

|      |      |          |        |     |                        |      |
|------|------|----------|--------|-----|------------------------|------|
|      |      |          |        |     | ДП ХН 1116 1440 000 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |     |                        |      |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Да- |                        |      |

## 6. Консультанти розділів проекту

| Розділ | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата   |                  |
|--------|-------------------------------------------|----------------|------------------|
|        |                                           | завдання видав | завдання прийняв |
| 1 - 6  | доц. Донцова Т.А.                         |                |                  |
| 7      | доц. Лукінюк М.В.                         |                |                  |
| 8      | доц. Підлісна О.А.                        |                |                  |
| 9      | доц. Полукаров Ю.О.                       |                |                  |
| 10     | доц. Концевой С.А.                        |                |                  |

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

## Календарний план

| № з/п | Назва етапів виконання дипломного проекту                                                                                                                                                                                                                                       | Строк виконання етапів проекту                     | Примітка |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|----------|
| 1     | Обґрунтування та вибір способу і технологічної схеми виробництва. Описання технологічної схеми виробництва. Креслення технологічної схеми на форматі А4.                                                                                                                        | 10 березня                                         |          |
| 2     | Характеристика продукції, сировини, допоміжних матеріалів, енергетичних носіїв.<br>Характеристика прийнятого методу виробництва. Хімізм та теоретичні основи і обґрунтування норм технологічних режимів.                                                                        | 15 березня<br>20 березня                           |          |
| 3     | Визначення витратних коефіцієнтів з сировини, напівпродуктів, допоміжних матеріалів та енергетичних носіїв: розрахунок матеріального балансу виробництва; розрахунок теплового балансу виробництва; розрахунок витратних коефіцієнтів; багатоваріантні технологічні розрахунки. | 26 березня<br>31 березня<br>02 квітня<br>12 квітня |          |
| 4     | Комп'ютерний набір технологічної частини пояснювальної записки.                                                                                                                                                                                                                 | 16 квітня                                          |          |
| 5     | Характеристика технологічного обладнання: розрахунок та вибір основних реакторів; розрахунок і вибір допоміжного технологічного обладнання.                                                                                                                                     | 22 квітня<br>29 квітня                             |          |
| 6     | Автоматичний контроль та керування виробництвом                                                                                                                                                                                                                                 | 15 травня                                          |          |
| 7     | Економіко – організаційні розрахунки                                                                                                                                                                                                                                            | 21 травня                                          |          |
| 8     | Екологічна безпека виробництва                                                                                                                                                                                                                                                  | 25 травня                                          |          |
| 9     | Охорона праці виробничого процесу                                                                                                                                                                                                                                               | 27 травня                                          |          |
| 10    | Оформлення пояснювальної записки, виконання креслень та ілюстративних плакатів                                                                                                                                                                                                  | 31 травня                                          |          |
| 11    | Попередній захист                                                                                                                                                                                                                                                               | 02 червня                                          |          |

Студент \_\_\_\_\_

Керівник проекту \_\_\_\_\_

|      |      |          |        |     |                        |      |
|------|------|----------|--------|-----|------------------------|------|
|      |      |          |        |     | ДП ХН 1116 1440 000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Да- |                        |      |

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

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

До захисту допущено

В.о. завідувача кафедри

\_\_\_\_\_ Н.М. Толстопалова

“\_\_” \_\_\_\_\_ 201\_\_р.

**Пояснювальна записка до дипломного проекту**  
освітньо-кваліфікаційного рівня “бакалавр”

з напрямку 6.051301 «Хімічна технологія» професійного спрямування «Хімічні технології неорганічних речовин»

на тему: Відділення підготовки води для ін'єкцій

Виконав: студент 4 курсу, групи ХН-11  
Яйченя Юлія Олександрівна \_\_\_\_\_

Керівник доц. Донцова Т.А. \_\_\_\_\_

Консультанти

з автоматичного регулювання доц. Лукінюк М.В. \_\_\_\_\_

з економіко-організаційних рішень доц. Підлісна О.А. \_\_\_\_\_

з охорони праці доц., к.т.н, Полукаров Ю.О. \_\_\_\_\_

з екологічної безпеки доц., к.т.н, Концевой С.А. \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ (назва розділу) (вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали) (підпис)

Рецензент \_\_\_\_\_

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

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

Студент \_\_\_\_\_

Київ - 2015 року

|      |      |          |        |     |                        |      |
|------|------|----------|--------|-----|------------------------|------|
|      |      |          |        |     | ДП ХН 1116 1440 000 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |     |                        |      |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Да- |                        |      |

# **Пояснювальна записка**

## **до дипломного проекту**

на тему:\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Київ – 2015 року

|      |      |          |        |     |                        |      |
|------|------|----------|--------|-----|------------------------|------|
|      |      |          |        |     | ДП ХН 1116 1440 000 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |     |                        |      |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Да- |                        |      |

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка 76 с., 5 рис., 28 табл., 11 посилань, 1 додаток.

Розроблено проект відділення підготовки води для ін'єкцій. В проекті обґрунтовано вибір підготовки води для ін'єкцій методом дистиляції. Наведено вимоги до сировини та готової продукції. Обґрунтовано норми технологічних режимів, наведена технологічна схема процесу та її опис. Розраховано матеріальний і тепловий баланси виробництва. На підставі розрахунків обрано основне та допоміжне обладнання у відповідності з заданою потужністю виробництва. Наведено схему автоматичного контролю і керування процесом, розроблено економіко-організаційну частину проекту. Розглянуто питання екологічної оцінки виробництва та техніки безпеки проведення виробничого процесу.

ВОДА ДЛЯ ІН'ЄКЦІЙ, ДИСТИЛЯЦІЯ, ЗВОРОТНИЙ ОСМОС, БАГАТОКО-  
ЛОННИЙ ДИСТИЛЯТОР.

|      |      |          |        |     |                        |      |
|------|------|----------|--------|-----|------------------------|------|
|      |      |          |        |     | ДП ХН 1116 1440 000 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |     |                        |      |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Да- |                        |      |

## РЕФЕРАТ

Пояснительная записка 76 с., 5 рис., 28 табл., 11 ссылок, 1 приложение.

Разработан проект отделения подготовки воды для инъекций. В проекте обоснован выбор подготовки воды для инъекций методом дистилляции. Приведены требования к сырью и готовой продукции. Обоснованы нормы технологических режимов, приведена технологическая схема процесса и ее описание. Рассчитаны материальный и тепловой балансы производства. На основании расчетов выбрано основное и вспомогательное оборудование в соответствии с заданной продуктивностью производства. Приведена схема автоматического контроля и управления процессом, разработана экономико-организационная часть проекта. Рассмотрены вопросы экологической оценки производства и техники безопасности проведения производственного процесса.

ВОДА ДЛЯ ИНЪЕКЦИЙ, ДИСТИЛЛЯЦИЯ, ОБРАТНЫЙ ОСМОС, МНОГОКОЛОННЫЙ ДИСТИЛЛЯТОР.

|      |      |          |        |     |                        |      |
|------|------|----------|--------|-----|------------------------|------|
|      |      |          |        |     | ДП ХН 1116 1440 000 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |     |                        |      |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Да- |                        |      |

## Abstract

The explanatory note: 76 p., 5 ill., 28 tables, 11 references, appendice.

The project of the section of preparing water for injection has been developed. Selection of the water treatment for injection by distillation has been grounded. Requirements for the raw materials and finished products has been described. Standard technological conditions have been grounded. The process scheme is described. Material and thermal balances have been calculated. Principal and auxiliary equipment has been parametrized corresponding to the given production capacity. Control and management automation scheme is herewith applied. Economy and organization part of the project has been developed. The environmental assessment of production and safety of the production process has been considered.

WATER FOR INJECTION, DISTILLATION, REVERSE OSMOSIS, MULTILINEAR DISTILLER.

|      |      |          |        |     |                        |      |
|------|------|----------|--------|-----|------------------------|------|
|      |      |          |        |     | ДП ХН 1116 1440 000 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |     |                        |      |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Да- |                        |      |

## ЗМІСТ

|                                                                                                                            |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Вступ.....                                                                                                                 | 11 |
| 1 ОБГРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБУ ВИРОБНИЦТВА .....                                                                         | 13 |
| 2 Характеристика виробленої продукції, вихідної сировини та напівпродуктів, матеріалів, енергетичних ресурсів.....         | 15 |
| 3 Характеристика прийнятого методу виробництва, хімізм, теоретичні основи і обґрунтування норм технологічних режимів ..... | 17 |
| 4 Опис технологічної схеми виробництва.....                                                                                | 22 |
| 5 ВИЗНАЧЕННЯ ВИТРАТНИХ КОЕФІЦІЄНТІВ З СИРОВИНИ, НАПІВПРОДУКТІВ, ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ ТА ЕНЕРГОНОСІЇВ.....                 | 23 |
| 5.1 Розрахунок матеріального балансу дистилятора .....                                                                     | 23 |
| 5.2 Розрахунок матеріального балансу установки зворотного осмосу .....                                                     | 23 |
| 5.3 Розрахунок енергетичного (теплого) балансу виробництва .....                                                           | 24 |
| 5.4 Розрахунок витратних коефіцієнтів.....                                                                                 | 25 |
| 5.4.1 Витратний коефіцієнт води питної.....                                                                                | 25 |
| 5.4.2 Витратний коефіцієнт солі на регенерацію катіоніту .....                                                             | 26 |
| 6 Характеристика технологічного обладнання .....                                                                           | 27 |
| 6.1 Розрахунок основного апарата .....                                                                                     | 27 |
| 6.2 Розрахунок допоміжного обладнання .....                                                                                | 27 |
| 6.2.1 Розрахунок мембранної установки.....                                                                                 | 27 |
| 6.2.2 Розрахунок Na-катіонітового фільтра .....                                                                            | 29 |
| 7 Автоматичне регулювання та контроль виробництва .....                                                                    | 31 |
| 7.1 Аналіз технологічного процесу як об'єкта автоматизації.....                                                            | 31 |
| 7.2 Опис розробленої схеми автоматизації процесу .....                                                                     | 32 |

|      |      |          |        |     |                        |      |
|------|------|----------|--------|-----|------------------------|------|
|      |      |          |        |     | ДП ХН 1116 1440 000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Да- |                        |      |

|       |                                                                                                                       |    |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 8     | Економіко-організаційні розрахунки.....                                                                               | 33 |
| 8.1   | Схема організації відділення підготовки води для ін'єкцій .....                                                       | 33 |
| 8.2   | Класифікація виробничих процесів.....                                                                                 | 33 |
| 8.3   | Визначення оптимального виду руху предметів праці.....                                                                | 33 |
| 8.4   | Середньорічні показники роботи підприємства.....                                                                      | 34 |
| 8.5   | Чисельність персоналу .....                                                                                           | 35 |
| 8.6   | Контроль виробництва .....                                                                                            | 36 |
| 8.7   | Матеріальна, документальна та організаційна підготовка виробництва                                                    | 37 |
| 8.7.1 | Розрахунок основних та оборотних фондів.....                                                                          | 37 |
| 8.7.2 | Техніко-економічні показники.....                                                                                     | 38 |
| 8.7.3 | Графік планово-попереджувальних ремонтів .....                                                                        | 39 |
| 9     | ОХОРОНА ПРАЦІ.....                                                                                                    | 41 |
| 9.1   | Виявлення та аналіз шкідливих, небезпечних виробничих факторів на<br>проектному об'єкті. Заходи з охорони праці ..... | 41 |
| 9.1.1 | Повітря робочої зони.....                                                                                             | 41 |
| 9.1.2 | Виробниче освітлення.....                                                                                             | 42 |
| 9.1.3 | Захист від шуму та вібрацій .....                                                                                     | 44 |
| 9.1.4 | Електробезпека .....                                                                                                  | 45 |
| 9.1.5 | Безпека технологічних процесів та обслуговування обладнання .....                                                     | 46 |
| 9.2   | Пожежна безпека .....                                                                                                 | 47 |
| 10    | ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА .....                                                                                              | 49 |
| 10.1  | Аналіз джерел та розрахунок кількості відходів, що утворюються.....                                                   | 49 |
| 10.2  | Можливі варіанти екологізації виробництва.....                                                                        | 50 |
| 10.3  | Обране рішення та екологічний моніторинг .....                                                                        | 51 |
| 10.4  | Розрахунок екологічних платежів за зберігання твердих відходів .....                                                  | 52 |

|      |      |          |        |     |                        |      |
|------|------|----------|--------|-----|------------------------|------|
|      |      |          |        |     | ДП ХН 1116 1440 000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Да- |                        |      |

## ВСТУП

Вода – походження всього життя, обов'язковий і природний незамінний продукт для людей, тварин і рослин. Вода володіє найбільш високою розчинністю серед всіх відомих речовин. Процес очищення води може зменшити концентрацію мікрочастинок, в тому числі зважених часток, паразитів, бактерії, водоростей, вірусів, грибів.

У фармацевтичній промисловості вода виступає складовою частиною як самого продукту, так і промивних систем. В цілому, якість води повинна відповідати дуже високим вимогам. Якість води одержуваної з водопроводу незадовільна, оскільки вода містить як органічні, так і неорганічні речовини, мікроорганізми, які забруднюють і навіть руйнують продукцію та технологічне обладнання. Великою проблемою на сьогоднішній день залишається невідповідності в нормативних вимогах до води, використовуваної в фармацевтичному виробництві.

На відміну від Американської та Російської фармакопей, де класифікуються лише два основних види води – вода очищена і вода для ін'єкцій, в Європейській фармакопеї, вимоги якої відповідають українській фармакопеї, виділяють ще й воду високоочищену.

Вода високоочищена має такі ж критерії якості, як і вода для ін'єкцій, відмінність тільки в методах, які допущені для приготування води високоочищеної і води для ін'єкцій. Вода високоочищена готується мембранними методами і може застосовуватися, в основному, для миття контейнерів і поверхонь, що стикаються з парентеральними продуктами за умови подальшої депірогенізації цих контейнерів і поверхонь. До складу парентеральних продуктів може входити тільки вода для ін'єкцій, отримана методом дистиляції.

Вода для ін'єкцій – вода, що призначена для виготовлення лікарських форм і водорозчинних препаратів, а також для очних крапель, розчинів для промивання ран.

|      |      |          |        |     |                        |      |
|------|------|----------|--------|-----|------------------------|------|
|      |      |          |        |     | ДП ХН 1116 1440 000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Да- |                        |      |

Метою даної роботи є розробка комбінованої технологічної схеми підготовки води для ін'єкцій з урахуванням технологічної та економічної доцільності, екологічності та охорони праці, яка дозволить отримувати воду, що відповідає вимогам Державної Фармакопеї.

|      |      |          |        |     |                        |      |
|------|------|----------|--------|-----|------------------------|------|
|      |      |          |        |     | ДП ХН 1116 1440 000 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |     |                        |      |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Да- |                        |      |

## 1 ОБГРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБУ ВИРОБНИЦТВА

Історично склалося так, що дистиляція завжди була найбільш ефективним методом отримання води для ін'єкцій в біофармацевтичній промисловості, і на сьогоднішній день більшу частину води для ін'єкцій виробляють саме за допомогою методу дистиляції. Перевага дистиляції серед інших способів отримання води для ін'єкцій в значній мірі обумовлено вимогами, представленими в документах регуляторних органів. Крім того, дистиляція визнана достатньо ефективним методом очищення, що дозволяє задовольнити всі вимоги до якості води.

До 1955 року єдиним способом отримання води для фармацевтичних цілей був метод дистиляції. Враховуючи те, що метод дистиляції дуже енергоємний, стали розроблятися сучасні, більш економічно вигідні методи.

Єдиним методом отримання води для ін'єкцій, схваленим Європейською Фармакопеею, є дистиляція.

|      |      |          |        |     |                        |      |
|------|------|----------|--------|-----|------------------------|------|
|      |      |          |        |     | ДП ХН 1116 1440 000 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |     |                        |      |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Да- |                        |      |

Foodand Drug Administration (FDA) — Управління з санітарного нагляду за якістю харчових продуктів та медикаментів (США) допускає застосування мембранних методів для отримання води для ін'єкцій. В американській фармакопеї є лише два види води – вода очищена і вода для ін'єкцій (ВДІ). При цьому для миття контейнерів і поверхонь, дотичних з парентеральними продуктами, повинна використовуватись ВДІ. Саме тоді, коли ВДІ використовується для миття – допускається застосування ВДІ, отриманої мембранними методами. Коли мова йде про виготовлення парентеральних препаратів – FDA завжди рекомендує використовувати дистиляцію, як самий надійний метод отримання ВДІ.

Перевагою мембранних методів, що все більше впроваджуються у виробництво, є значна економія енергії. Витрата її при отриманні води очищеної складає (кВт·год/м): дистиляцією – 63,6; електролізом — 35,8; зворотнім осмосом — 3,7. Мембрани установок зворотного осмосу, утримуючи пірогени, дозволяють приготувати апірогенну воду. Для знищення пірогенів тепловим методом потрібен нагрів до 170 °С, що досягається в сухожарових стерилізаторах. Дистиляція ж проводиться при менших температурах. Тому часто для затримання пірогенів безпосередньо перед дистиляторами встановлюють модулі зворотного осмосу. Вони ж служать додатковим захистом дистиляторів від солей твердості.

Проте, зворотний осмос – це, як правило, «холодний» процес, чутливий до температури (мембрани мають високу чутливість до нагрівання). У плані захисту від мікробіологічного забруднення «холодний» процес завжди поступається «гарячому». Є труднощі з валідацією установок зворотного осмосу. Дуже складно довести безперервну цілісність зворотноосмотичної мембрани. Також недоліком даних методів є небезпека концентраційної поляризації мембран і пор, що може викликати проходження небажаних йонів або молекул у фільтрат [2].

|      |      |          |        |     |                        |      |
|------|------|----------|--------|-----|------------------------|------|
|      |      |          |        |     | ДП ХН 1116 1440 000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Да- |                        |      |

## 2 ХАРАКТЕРИСТИКА ВИРОБЛЕНОЇ ПРОДУКЦІЇ, ВИХІДНОЇ СИРОВИНИ ТА НАПІВПРОДУКТІВ, МАТЕРІАЛІВ, ЕНЕ- РГЕТИЧНИХ РЕСУРСІВ

Вода для ін'єкцій — вода, яка використовується як розчинник при приготуванні лікувальних препаратів для парентерального застосування (вода для ін'єкцій in bulk) або для розчинення чи розведення діючих речовин безпосередньо перед парентеральним застосуванням (вода для ін'єкцій стерильна). За органолептичними показниками вона являє собою прозору, безбарвну рідину без смаку та запаху. Згідно з ДФУ ВДІ повинна відповідати вимогам, що висуваються до води дистильованої, й бути апірогенною. ВДІ одержують із води питної або води очищеної шляхом дистиляції згідно з валідованими методиками та процедурами при регулярному контролі її питомої електропровідності та мікробіологічної чистоти в процесі виробництва.

Оскільки воду для фармацевтичних цілей отримують з води питної, джерелом якої є природна вода, важливо звільнити її від присутніх домішок.

Вихідна вода може містити різні домішки:

- механічні частинки (нерозчинні неорганічні або органічні домішки);
- розчинені речовини (неорганічні солі, йони кальцію, магнію, натрію, хлору, йони сульфатної, карбонатної кислот та ін.);
- розчинені хімічно неактивні гази (кисень, азот);
- розчинені хімічно активні гази (оксид карбону (IV), аміак);
- мікроорганізми (в т.ч. видимі, цвіль, водорості, цисти та ін.);
- бактеріальні ендотоксини;
- органічні речовини (природні органічні речовини – гумінових кислот та ін. і забруднюючі органічні речовини – промислові скиди, добрива, пестициди та ін.);
- колоїди (заліза, кремнію, алюмінію, що утворюють комплексні сполуки з органічними речовинами, так звані органокомплекси);

|      |      |          |        |     |                        |      |
|------|------|----------|--------|-----|------------------------|------|
|      |      |          |        |     | ДП ХН 1116 1440 000 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |     |                        |      |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Да- |                        |      |

- залишкові дезинфікуючі речовини.

Вихідна вода повинна відповідати вимогам на питну воду, що регламентуються Державними Санітарними Правилами і Нормами "Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною" (ДСанПіН 2.2.4-171-10).

Великою проблемою на сьогоднішній день залишається відсутність єдиної думки щодо нормативних вимог до води, що використовується в фармацевтичній промисловості. В більш ніж 130 країнах діє Американська фармакопея (USP). Європейська фармакопея має кілька принципових відмінностей від USP. Існує ряд інших стандартів, наприклад, Фармакопеї Японії, Індії, Китаю і ін.. В Росії діють Фармакопейні статті ФС 42 2619-97 «Вода очищена» і ФС 42 2620-97 «Вода для ін'єкцій», котрі мають ряд загальноприйнятих недоліків, тому більшість фармвиробників, які орієнтуються на вимоги GMP, контролюють воду також на відповідність Європейської Фармакопеї. В Україні за основу взяті саме європейські критерії.

Матеріалами даного виробництва являються наповнювачі фільтрів, а саме: активоване вугілля (імпрегноване сріблом), цеоліт Вігм і катіонообмінна смола Dow Dowex MARATON C. Властивості матеріалів наведені в таблиці 2.3.

|      |      |          |        |     |                        |      |
|------|------|----------|--------|-----|------------------------|------|
|      |      |          |        |     | ДП ХН 1116 1440 000 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |     |                        |      |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Да- |                        |      |

### 3 ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИЙНЯТОГО МЕТОДУ ВИРОБНИЦТВА, ХІМІЗМ, ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ І ОБҐРУНТУВАННЯ НОРМ ТЕХНОЛОГІЧНИХ РЕЖИМІВ

Для отримання води для ін'єкцій питна вода проходить наступні стадії: груба фільтрація, фільтрація через фільтр знезалізнення, пом'якшення, зворотний осмос, ультрафіолетове опромінення, дистиляція. Розглянемо дані стадії більш детально [6].

#### 1. Груба фільтрація

Груба фільтрація дозволяє видаляти з води частинки розміром більше 50-100 мкм. В якості фільтра грубої механічної очистки використовуються стандартні самопромивні сітчасті фільтри, в якості фільтруючого матеріалу використовують сітку з нержавіючої сталі.

Вихідна вода проходячи через сітку фільтра залишає механічні забруднення на ній і надходить далі. Після того як сітчастий фільтр забрудниться необхідно відкрити дренажний кран на 15-30 с і вихідна вода змие з сітки всі забруднення.

#### 2. Фільтрація через фільтр знезалізнення

Призначена для видалення з води заліза та марганцю. В якості фільтруючого середовища використовується марганцевий цеоліт Birn, який служить каталізатором окислення розчинених у воді двовалентних заліза і марганцю розчиненим киснем, в результаті чого вони переходять в нерозчинну форму і випадають в осад у вигляді пластівців. Пластівці затримуються в шарі фільтруючого середовища і надалі вимиваються в дренаж під час проведення періодичних зворотних промивок.

#### 3. Фільтрація через вугільний фільтр

Для оберігання зворотньоосмотичних мембран від деградації при наявно-

|                                                                            |      |          |        |     |      |
|----------------------------------------------------------------------------|------|----------|--------|-----|------|
| сті у водопровідній воді активного хлору передбачено його видалення на філ |      |          |        |     | Дрк. |
| ДП ХН 1116 1440 000 ПЗ                                                     |      |          |        |     |      |
| Змн.                                                                       | Арк. | № докум. | Підпис | Да- |      |

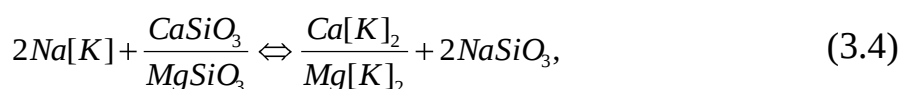
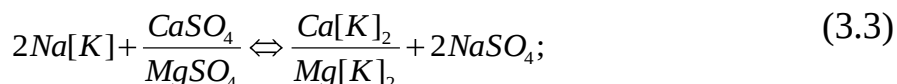
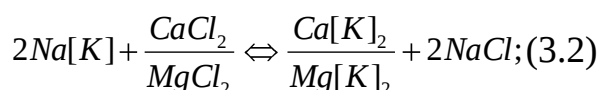
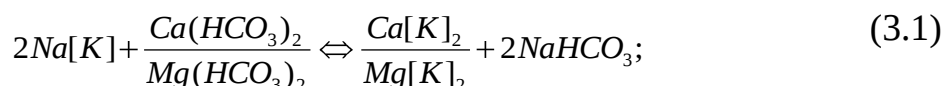
рі з активованим вугілля.

Крім того відбувається зниження кольоровості води та зменшення вмісту низькомолекулярних органічних речовин. Використовуються стандартні патронні фільтри з активованим вугіллям. При проходженні води через шар вугілля зверху вниз відбувається видалення забруднень, які вимиваються в дренаж при зворотному промиванні водою.

#### 4. Пом'якшення

Пом'якшення дозволяє знизити жорсткість води за рахунок видалення іонів кальцію і магнію. Пом'якшення дозволяє значно знизити вміст іонів перед подачею води для очистки на мембрани зворотного осмосу. В якості фільтруючого матеріалу використовується катіонообмінна смола.

Процес Na-катіонування описується наступними реакціями обміну:



де К – нерозчинна матриця іонообмінної смоли.

Як устаткування на цій стадії можуть служити автоматичні пом'якшувачі, що працюють на принципі заміни іонів кальцію і магнію іонами натрію. Пом'якшувачі періодично регенеруються розчином хлориду натрію. Справність роботи пом'якшувача можна контролювати періодичним вимірюванням твердості води на вході і на виході.

|      |      |          |        |     |                        |      |
|------|------|----------|--------|-----|------------------------|------|
|      |      |          |        |     | ДП ХН 1116 1440 000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Да- |                        |      |

## 5. Зворотний осмос

Для забезпечення високої якості знесолення застосована система двоступінчатого зворотного осмосу, яка служить для повного видалення з води іонів розчинених солей, колоїдних домішок і механічних частинок. Видалення домішок відбувається за рахунок пропускання води через напівпроникну мембрану при тиску, що перевищує осмотичний. Для збільшення ефективності процесу використовується тангенціальна подача води до поверхні мембрани при рециркуляції.

Устаткування являє собою системи мембран. Мембрани мають розміри пор 0,0005-0,001 мкм. Контроль систем зворотного осмосу здійснюється вимірюванням питомої електричної провідності води на виході з системи.

## 6. Ультрафіолетове опромінення

Блок ультрафіолетового опромінення призначений для підтримки мікробіологічної чистоти. Блок вибирається з такою потужністю випромінювання, при якій вода отримає опромінення не менше 16-24 мДж/см<sup>2</sup> (з урахуванням ступеня поглинання ультрафіолету водою).

Принцип дії УФ-стерилізаторів такий: вода під тиском, створюваним насосом, проходить через стерилізатор, де відбувається процес знезараження.

Пристрій. Усередині корпусу бактерицидних ламп розташовуються дві труби – внутрішня з кварцового скла, і зовнішня з полівінілхлориду, герметично з'єднані гумою і спеціальними герметиками між собою. Сама бактерицидна лампа розташовується усередині колби з кварцового скла. Її промені безперешкодно проникають через кварцове скло і знищують все живе у воді, що проходить між внутрішньою і зовнішньою колбою.

## 7. Дистиляція

Дистиляція є традиційним, ефективним і надійним методом, що забезпечує високий ступінь очищення, можливість отримання гарячої води, пари та холодної води для ін'єкцій, що важливо при виробництві лікарських засобів відповідно до правил GMP.

|      |      |          |        |     |                        |      |
|------|------|----------|--------|-----|------------------------|------|
|      |      |          |        |     | ДП ХН 1116 1440 000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Да- |                        |      |

До переваг дистиляції, безсумнівно, можна віднести високий ступінь очищення, можливість отримання гарячої води, пари та води для ін'єкцій. До недоліків методу відносять його досить високу вартість і значне споживання енергії.

Загальний принцип отримання води цим методом полягає в наступному: питна вода, що пройшла попередню підготовку, надходить в дистилятор, що складається з трьох основних вузлів: випарника, конденсатора і збірника. Випарник з водою нагрівають до кипіння. Пари води надходять в конденсатор, де вони конденсуються і у вигляді дистиляту надходять до збірника. Всі нелеткі домішки, що знаходилися у вихідній воді, залишаються в дистиляторі.

Для одержання води очищеної використовують дистилятори, які відрізняються один від одного за способом нагріву, продуктивності і конструктивним особливостям. Існує три типи дистиляторів.

- 1) одноколонна;
- 2) термокомпресійна;
- 3) багатокolonна.

Одноколонна дистиляція застосовується давно і широко. Її істотним недоліком є високе енергоспоживання, незважаючи на просту конструкцію і невисоку ціну установок дистиляції. Так, на нагрівання води від 15 °С до 100 °С потрібно 85 ккал/кг або 356 кДж/кг. На перетворення води на пару при 100 °С потрібно 539 ккал/кг або 2258 кДж/кг. Таким чином, на випаровування води потрібно в шість разів більше енергії, ніж на її нагрівання до 100 °С. Отже, метод одноразової дистиляції є неекономічним і використовується тільки за малої потреби води для ін'єкцій (10-20 дм<sup>3</sup>/год).

Суть термокомпресійної дистиляції полягає в наступному: примусове стиснення пари компресором призводить до зростання тиску пари і його температури. Підвищена теплоємність (ентальпія) пари використовується для нагріву і перетворення вихідної води в пару. Недоліками цього методу є можливість попадання в чисту воду сторонніх часток, високий рівень шуму і необхідність у постійному технічному обслуговуванні. Тому даний метод практично не вико-

|      |      |          |        |     |                        |      |
|------|------|----------|--------|-----|------------------------|------|
|      |      |          |        |     | ДП ХН 1116 1440 000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Да- |                        |      |

ристовується при одержанні води для фармацевтичних цілей.

Найкращим поєднанням економіко-технологічних показників володіє багатоколонна дистиляція, при якій енергія нагрітої води використовується найбільш повно і ефективно. В основі роботи дистилятора лежить принцип багаторазового випарювання і конденсації попередньо підготовленої води. Пар, отриманий в першій колоні, конденсується в дистилят, даючи йому трохи підігріти працюючу при більш низькій температурі і тиску другу колону. Пар другої колони, в свою чергу, підігріває третю колону, яка функціонує при атмосферному тиску. Таких колон може бути декілька. Тільки в останній колоні отриманий пар вимагає для охолодження в дистилят типового охолоджувача з холодною водою. Таким чином, енергію використовують на підігрів тільки першої колони дистилятора, а охолоджуючу воду – тільки в останній колоні для охолодження пари. Збільшуючи число колон, можна зменшити витрату як пара, так і води, так як в кожній колоні зменшується кількість випаровуючої води і пари в охолоджувачі.

Незважаючи на високі вартість багатоколонних дистиляторів та витрати на передпідготовку води для них, саме застосування останніх доцільне згідно вимог GMP для отримання води для ін'єкцій.

|      |      |          |        |     |                        |      |
|------|------|----------|--------|-----|------------------------|------|
|      |      |          |        |     | ДП ХН 1116 1440 000 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |     |                        |      |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Да- |                        |      |

#### 4 ОПИС ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ВИРОБНИЦТВА

В даному дипломному проєкті реалізовано схему виробництва води для ін'єкцій методом дистиляції. Схему зображено на рисунку 4.1.

Питна вода подається на фільтр грубої механічної очистки 1, де очищається від механічних домішок та накопичується у проміжному баці 2. Далі за допомогою насосу 3 вода подається на автоматичний фільтр знезалізнення води 4, де відбувається вилучення феруму і мангану з води. Після цього, з метою захисту зворотньоосмотичних мембран від руйнування, вода потрапляє на фільтр з активованим вугіллям 5, де відбувається вилучення активного хлору і низькомолекулярних органічних сполук.

Для забезпечення тривалої роботи мембран з води видаляються солі твердості, що здатні сформувати нерозчинні осади на їх поверхні. Пом'якшення води відбувається за рахунок заміни катіонів солей твердості – кальцію ( $\text{Ca}^{+2}$ ) і магнію ( $\text{Mg}^{2+}$ ) на катіони натрію ( $\text{Na}^{+}$ ) в Na-катіонітовому фільтрі 6. Підготовлена таким чином вода далі надходить зворотньоосмотичну установку 8, яка забезпечує самий тонкий рівень фільтрації.

Після цього знесолена вода насосом подається на ультрафіолетовий стерилізатор 9, що призначений для підтримки мікробіологічної чистоти очищеної води. Далі вода надходить в багатоколонний дистилятор дистилятор 10, де вода остаточно очищується до рівня надійності, що відповідає вимогам воді до ін'єкцій. Отримана таким чином вода для ін'єкцій надходить до баку для зберігання 11.

|      |      |          |        |     |                        |      |
|------|------|----------|--------|-----|------------------------|------|
|      |      |          |        |     | ДП ХН 1116 1440 000 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |     |                        |      |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Да- |                        |      |

## 5 ВИЗНАЧЕННЯ ВИТРАТНИХ КОЕФІЦІЄНТІВ З СИРОВИНИ, НАПІВПРОДУКТІВ, ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ ТА ЕНЕРГОНОСІЇВ

### 5.1 Розрахунок матеріального балансу дистилятора

Продуктивність установки по воді, що випарюється визначається з рівняння матеріального балансу:

$$W = G_n (1 - x_n / x_k), \quad (5.1)$$

де  $G_{поч}$ ,  $G_{кін}$  – масові витрати початкового (вихідного) розчину і кінцевого (упареного) розчину, кг/с;

$X_{поч}$ ,  $X_{кін}$  – масові частки розчиненої речовини в початковому і кінцевому розчині;

$W$  – масова витрата випарюваної води, кг/с.

Підставивши, отримаємо:

$$W = 7 \cdot \left(1 - \frac{40}{250}\right) = 5,9 \text{ м}^3 / \text{год}.$$

### 5.2 Розрахунок матеріального балансу установки зворотного осмосу

Вихідні дані для розрахунку:

Продуктивність по очищеній воді  $L_K$ , м<sup>3</sup>/год – 23.

Загальний солевміст вхідної води  $x_0$ , мг/дм<sup>3</sup> – 400.

Вихід перміату  $\alpha$ , % – 75.

Селективність мембран  $\phi$ , % – 99,3.

Вимоги до якості вихідної води після другого ступеня зворотного осмосу: електропровідність 4,3 мкСм·см<sup>-1</sup> ( $x_K = 1,96$  мг/дм<sup>3</sup>).

Схематичне зображення двоступінчатого зворотного осмосу (ЗО) наведено на рисунку 5.1.

|      |      |          |        |     |                        |      |
|------|------|----------|--------|-----|------------------------|------|
|      |      |          |        |     | ДП ХН 1116 1440 000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Да- |                        |      |

У цій схемі перміат, отриманий з другого по ходу рідини апарату, повертається в перший апарат і, таким чином, забезпечується підвищена ступінь очищення. Використовуючи позначення потоків і концентрацій, прийняті на рисунку 5.1, рівняння матеріального балансу, отримаємо рівності [7]:

$$L_K + W = L_0, \quad (5.2)$$

$$L_K \cdot x_k + W \cdot x_w = L_0 \cdot x_0, \quad (5.3)$$

$$L_K + W_2 = L_1, \quad (5.4)$$

$$L_K \cdot x_K + W_2 \cdot x_{w_2} = L_1 \cdot x_{K_1}, \quad (5.5)$$

$$L_0 \cdot x_0 + W_2 \cdot x_{w_2} = (L_0 + W_2) \cdot x_{ex}, \quad (5.6)$$

$$\frac{L_K}{L_1} = (x_K/x_{K_1})^{\frac{1}{a-1}}, \quad (5.7)$$

$$\frac{L_1}{L_0 + W_2} = (x_{K_1}/x_{ex})^{\frac{1}{a-1}}, \quad (5.8)$$

де  $a$  знаходиться з виразу:

$$\varphi = 1 - a = \text{const},$$

$$a = 1 - 0,993 = 0,007. \quad (5.9)$$

Проводимо розрахунки за формулами (5.2)-(5.9) в середовищі MS Excel,

отримуємо результати, що наведені в таблиці 5.2.

За даними розрахунків складаємо матеріальний баланс процесу очищення води на двоступеневій установці зворотного осмосу (таблиця 5.3).

### 5.3 Розрахунок енергетичного (теплого) балансу виробництва

Рівняння теплового балансу дистиллятора:

$$Q + G_{\text{поч}} \cdot c_{\text{поч}} \cdot t_{\text{поч}} = G_{\text{кін}} \cdot c_{\text{кін}} \cdot t_{\text{кін}} + W \cdot i_{\text{вт}} + Q_{\text{вт}}, \quad (5.10)$$

|      |      |          |        |     |                        |      |
|------|------|----------|--------|-----|------------------------|------|
|      |      |          |        |     | ДП ХН 1116 1440 000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Да- |                        |      |

де  $Q$  – витрата теплоти на випарювання, Вт;

$c_{поч}, c_{кін}$  – питома теплоємність початкового і кінцевого розчину відповідно, Дж/(кг · К);

$t_{поч}, t_{кін}$  – температура початкового розчину на вході в апарат і кінцевого на виході з апарату, °С;

$i_{вт}$  – питома ентальпія вторинної пари на виході з апарату, Дж/кг;

$Q_{вт}$  – витрата теплоти на компенсацію втрат у навколишнє середовище, Вт.

Питома теплоємність визначається за формулою:

$$c = 4190 \cdot (1 - x), \quad (5.11)$$

де 4190 – питома теплоємність води, Дж/(кг · К).

$$c_{поч} = 4190 \cdot (1 - 4 \cdot 10^{-5}) = 4189,8 \text{ Дж} / \text{кг} \cdot \text{К}.$$

$$c_{кін} = 4190 \cdot (1 - 25 \cdot 10^{-5}) = 4188,95 \text{ Дж} / \text{кг} \cdot \text{К}.$$

$$G_{кін} = G_{поч} - W = 7 - 5,9 = 1,1 \text{ м}^3 / \text{год}.$$

Витрату теплоти на випарювання отримуємо з рівняння, Дж / (кг · К):

$$Q = G_{поч} \cdot c_{поч} (t_{поч} - t_{кін}) + W(i_{вт} - c_v \cdot t_{кін}) + Q_{вт}, \quad (5.12)$$

$$Q_{вт} = 0,03 \cdot (G_{поч} \cdot c_{поч} \cdot \Delta t + W \cdot i_{вт} + G_{кін} \cdot c_{кін} \cdot t_{кін}). \quad (5.13)$$

$$Q_{вт} = 0,03 \cdot (7 \cdot 4189,8 \cdot 80 + 5,9 \cdot 26760049 + 1,1 \cdot 4188,95 \cdot 433) = 604074414 \text{ Вт}.$$

$$Q = 7 \cdot 4189,9 \cdot 80 + 5,9 \cdot (26760049 - 4188,95 \cdot 433) + 604074414 = 803733675 \text{ Вт}.$$

## 5.4 Розрахунок витратних коефіцієнтів

### 5.4.1 Витратний коефіцієнт води питної

На 1 м<sup>3</sup> води очищеної витрачається води питної:

$$\beta_{вод.питн.1} = \frac{L_0}{L_k}, \quad (5.14)$$

$$\beta_{вод.питн.1} = \frac{797,3}{552} = 1,444 \text{ м}^3 / \text{м}^3.$$

Витратний коефіцієнт води питної для розведення концентрату після першої стадії ЗО до норм, за яких дозволяється його скидання в каналізацію:

$$\beta_{вод.питн.2} = \frac{x_w \cdot W - x_{норм} \cdot W}{x_{норм} - x_0} \cdot \frac{1}{L_k}. \quad (5.15)$$

|      |      |          |        |     |                        |      |
|------|------|----------|--------|-----|------------------------|------|
|      |      |          |        |     | ДП ХН 1116 1440 000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Да- |                        |      |

$$\beta_{\text{вод.питт.2}} = \frac{1245,7 \cdot 245,3 - 1000 \cdot 245,3}{1000 - 400} \cdot \frac{1}{552} = 0,182 \text{ м}^3 / \text{м}^3.$$

#### 5.4.2 Витратний коефіцієнт солі на регенерацію катіоніту

Для регенерації катіоніту використовують сіль хлорид натрію, в кількості 50÷75 кг на одну регенерацію. За один день проводять дві регенерації, тоді витрата солі складає:

$$\beta_{\text{солі}} = \frac{n_{(\text{рег.})} \cdot g}{L_{\kappa}} = \frac{2 \cdot 65}{552} = 0,24 \text{ кг солі} / \text{м}^3.$$

Витрата води на розведення солі (до 8%-го водного розчину):

$$\beta_{\text{солі}} = \frac{n_{(\text{рег.})} \cdot g \cdot \left(\frac{100}{8} - 1\right)}{L_{\kappa} \cdot 1000} = \frac{2 \cdot 65 \cdot 11,5}{552 \cdot 1000} = 0,0027 \text{ м}^3 / \text{м}^3.$$

|      |      |          |        |     |                        |      |
|------|------|----------|--------|-----|------------------------|------|
|      |      |          |        |     | ДП ХН 1116 1440 000 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |     |                        |      |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Да- |                        |      |

## 6 ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

### 6.1 Розрахунок основного апарата

Основним апаратом відділу підготовки води для ін'єкцій є багатоколонний дистилятор.

Площа поверхні теплопередачі дистилятора:

$$F = \frac{Q}{K \cdot \Delta t}, \quad (6.1)$$

де  $Q$  – кількість теплоти, Вт;

$K$  – коефіцієнт тепловіддачі, Вт/(м<sup>2</sup> · К)

$$F = \frac{803733675}{600 \cdot 80} = 167,4 \text{ м}^2.$$

На основі отриманого значення поверхні теплообміну обираємо дистилятор LD5000/8, характеристики якого наведені в таблиці 6.1.

### 6.2 Розрахунок допоміжного обладнання

#### 6.2.1 Розрахунок мембранної установки

- Розрахунок та вибір апарату для першого ступеня зворотного осмосу.

Продуктивність по перміату першої ступені зворотного осмосу:

$$W_{1II} = (W_2 + L_0) - W = 993,6 - 245,3 = 748,3 \text{ м}^3 / \text{добу} = 31,2 \text{ м}^3 / \text{год}$$

Потім знаходимо необхідну робочу площу мембран:

$$F_p = \frac{W_{II}}{G}, \quad (6.2)$$

де  $G$  – питома продуктивність мембрани:

$$G = \frac{G_{II}}{S}, \quad (6.3)$$

|      |      |          |        |     |                        |      |
|------|------|----------|--------|-----|------------------------|------|
|      |      |          |        |     | ДП ХН 1116 1440 000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Да- |                        |      |

де  $G_{II}$  – продуктивність мембрани,  $\text{м}^3/\text{год}$ ;

$S$  – площа однієї мембрани,  $\text{м}^2$ :

$$G = \frac{1,904}{41} 0,0464 \text{ м}^3 / \text{м}^2 \cdot \text{год},$$

$$F_p = \frac{35,6}{0,0464} = 766 \text{ м}^2.$$

Кількість мембранних модулів:

$$n_{\text{мод}} = \frac{F_p}{S}, \quad (6.4)$$

$$n_{\text{мод}} = \frac{766}{41} = 19.$$

За заданою продуктивністю обираємо систему зворотного осмосу для першої ступені EcosoftMO-32S-MAXI. Ця система використовується на фармацевтичних, харчових, електронних виробництвах, а також в енергетиці.

Тип мембранного елементу Filmtec XLE 440 8” (DowChemical, USA).

Базова комплектація установки зворотного осмосу:

- Пре фільтр картриджний тонкої очистки FCH 740,5мкм;
- автомат захисту насоса по низькому тиску;
- гідро заповнені манометри вхідного і робочого тиску;
- вимірювачі потоку на фільтратній лінії;
- система регулювання робочих параметрів та система автоматичного промивання мембран;
- відцентровий насос високого тиску з нержавіючої сталі Lowara;
- зворотно осмотичні мембрани в напірних корпусах, 32 штуки;
- електромагнітний клапан та цифровий вимірювач провідності;
- рама з нержавіючої сталі, робочі трубопроводи з поліпропілену.

Вимоги до якості води, яка подається на першу ступень зворотного осмосу, наведена в таблиці 6.2.

Робочі та технічні характеристики системи зворотного осмосу наведені в таблиці 6.3.

- Розрахунок та вибір апарату для другої ступені зворотного осмосу.

|      |      |          |        |     |                        |      |
|------|------|----------|--------|-----|------------------------|------|
|      |      |          |        |     | ДП ХН 1116 1440 000 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |     |                        |      |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Да- |                        |      |

$$W_{2л} = (L_1 + W_2) = 736 - 196,3 = 539,7 \text{ м}^3 / \text{добу} = 22,5 \text{ м}^3 / \text{год}.$$

Знайшовши питому продуктивність мембрани за формулою 6.3, знаходимо необхідну робочу площу мембран за формулою 6.2:

$$G = \frac{1,904}{41} 0,0464 \text{ м}^3 / \text{м}^2 \cdot \text{год},$$

$$F_p = \frac{20}{0,0464} = 431 \text{ м}^2.$$

Кількість мембранних модулів знаходимо за формулою 6.4:

$$n_{\text{мод}} = \frac{431}{41} = 11.$$

За заданою продуктивністю обираємо систему зворотного осмосу для другої ступені Ecosoft MO-20 S-MAXI. Ця система використовується на фармацевтичних, харчових, електронних виробництвах, а також в енергетиці.

Тип мембранного елементу Filmtec XLE 440 8" (DowChemical, USA).

Вимоги до води, яка подається на другу ступень зворотного осмосу, наведена в таблиці 6.2. Робочі та технічні характеристики системи зворотного осмосу наведені в таблиці 6.4.

## 6.2.2 Розрахунок Na-катіонітового фільтра

Вихідні дані для розрахунку

Продуктивність установки  $L_0$  552 м<sup>3</sup>/добу або 23 м<sup>3</sup>/год.

Твердість загальна  $\mathcal{J}_0$ , мг-екв/дм<sup>3</sup> – 7.

Вміст йонів натрію в вихідній воді, мг/ дм<sup>3</sup> – 20.

Допустима твердість пом'якшеної води  $\mathcal{J}_n$ , мг-екв/дм<sup>3</sup> – 0,06.

Карбонатна твердість вихідної води  $\mathcal{J}_k$ , мг-екв/дм<sup>3</sup> – 2,9.

Приймаємо установку з одним ступенем Na-катіонітових фільтрів, оскільки допустима твердість фільтрату вище мінімально допустимої величини для одної ступені 0,03-0,05 мг-екв/дм<sup>3</sup>.

Розрахунок одноступінчатої установки ведеться тільки на корисну продуктивність.

Число фільтроциклів на добу:

$$n = T/(t+t_1),$$

(6 5)

|      |      |          |        |     |                        |      |
|------|------|----------|--------|-----|------------------------|------|
|      |      |          |        |     | ДП ХН 1116 1440 000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Да- |                        |      |

де  $T$  – тривалість роботи установки на добу, год;

$t$  – корисна тривалість одного фільтроциклу, год;

$t_1$  – тривалість операцій, пов'язаних з регенерацією катіонітового фільтру, год:

$$n=24/(11,5+0,5) = 2.$$

Повна обмінна ємність смоли Dowex  $E_{\text{повн}} = 2000$  г-екв/м<sup>3</sup> при крупності 0,3-0,8 мм.

Робоча обмінна ємність Na-катіоніту:

$$E_{\text{роб.Na}} = \alpha_e \cdot \beta_{\text{Na}} \cdot E_{\text{повн}} - 0,5 \cdot q_{\text{пит}} \cdot Ж_0, \quad (6.6)$$

де  $\alpha_e$  коефіцієнт ефективності регенерації, який враховує неповноту регенерації катіоніта, 0,8;

$q_{\text{пит}}$  – питома витрата води на відмивку катіоніту, м<sup>3</sup> води/ м<sup>3</sup> катіоніту;

$\beta_{\text{Na}}$  – коефіцієнт, який враховує зниження обмінної ємності по йонам кальцію і магнію внаслідок часткового затримання йонів натрію, 0,86 :

$$E_{\text{роб.Na}} = 0,8 \cdot 0,86 \cdot 2000 - 0,5 \cdot 4,6 \cdot 7 = 1359,9 \text{ г-екв/м}^3.$$

Необхідний об'єм катіоніту:

$$W_{\text{кат}} = L_0 \cdot Ж_0 / (n \cdot E_{\text{роб.Na}}), \quad (6.7)$$

$$W_{\text{кат}} = 552 \cdot 7 / (2 \cdot 1359,9) = 1,42 \text{ м}^3.$$

Висота катіонітового завантаження Dowex  $h_k = 1,5$  м.

За продуктивністю та необхідним об'ємом завантаження фільтра обираємо Na-катіонітовий фільтр ECOSOFT FU 4872 CG2 з технологічними параметрами, що вказані в таблиці 6.5.

|      |      |          |        |     |                        |      |
|------|------|----------|--------|-----|------------------------|------|
|      |      |          |        |     | ДП ХН 1116 1440 000 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |     |                        |      |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Да- |                        |      |

## 7 АВТОМАТИЧНЕ РЕГУЛЮВАННЯ ТА КОНТРОЛЬ ВИРОБНИЦТВА

Складність і висока швидкість протікання технологічних процесів у хімічній промисловості, їх чутливість до порушень режиму, а також підвищені вибухо-, пожежонебезпечність і шкідливість умов роботи спричиняють підвищену увагу до питань автоматизації хіміко-технологічних процесів. Автоматичний контроль та керування технологічними процесами забезпечують високу якість продукції, раціональне використання сировини та енергії, подовження термінів міжремонтного періоду роботи устаткування, зменшення чисельності технічного персоналу.

### 7.1 Аналіз технологічного процесу як об'єкта автоматизації

На підставі здійсненого аналізу особливостей технологічного процесу підготовки води для ін'єкцій слід передбачити автоматичний контроль таких параметрів:

- тиску в механічному фільтрі 1;
- рівня у баці 2;
- тиску у фільтрі знезалізнення 4;
- тиску у вугільному фільтрі 5;
- тиску у Na-катіонітовому фільтрі 6;
- тиску у зворотноосмотичній установці 8;
- витрати води у трубопроводі 1;
- температури у дистилляторі 11;
- рівня у ємності для зберігання води 12.

Параметри регулювання та контролю виробництва наведені у таблиці 7.1.

|      |      |          |        |     |                        |      |
|------|------|----------|--------|-----|------------------------|------|
|      |      |          |        |     | ДП ХН 1116 1440 000 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |     |                        |      |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Да- |                        |      |

## 7.2 Опис розробленої схеми автоматизації процесу

У наведеній схемі розглядається можливий варіант очищення води. Для нормальної роботи усього технологічного устаткування, мінімізації можливих людських помилок, стабілізації, контролю та реєстрації технологічних параметрів розроблено схему автоматизації, яка покликана розв'язувати всі ці задачі.

Для контролю, реєстрування та регулювання витрати неочищеної води в трубопроводі 1 розроблено контур 7, що складається з первинного перетворювача витрати (поз. 7-1), проміжного перетворювача (поз. 7-2), приладу вторинного показувального, реєструвального (поз. 4-3, 6-3, 8-3, 10-3), регулювального блоку (поз. 4-3, 6-4, 8-4, 10-4), пускача магнітного безконтактного нереверсивного (поз. МП4, МП6), виконавчого механізму (поз. 4-5, 6-5, 8-5, 10-5).

Для контролю, реєстрування та регулювання температури в теплообміннику 1 розроблено контур 1, який складається з термоперетворювача температури (поз. 1-1), автоматичного показувального і реєструвального вторинного приладу (поз. 1-2), мікропроцесорного регулятора (поз. 1-3), пускача магнітного безконтактного нереверсивного (поз. МП1), виконавчого механізму (поз. 1-5).

Для контролю, реєстрування та регулювання рівня в збірнику 2, іонообмінних колонах 4, вугільних фільтрах 6 та установці зворотного осмосу 8 розроблено контури 3, 5, 7, 9, 11, 12, 13, які складаються з рівнеміра буйкового з пневматичним передавальним перетворювачем (поз. 3-1, 5-1, 7-1, 9-1, 11-1, 12-1, 13-1), пневматичного показувального і реєструвального приладу (поз. 3-2, 5-2, 7-2, 9-2, 11-2, 12-2, 13-2), регулятору пневматичного, пропорційно-інтегрального (поз. 3-3, 5-3, 7-3, 9-3, 11-3, 12-3, 13-3), пускача магнітного безконтактного нереверсивного (поз. МП3, МП5, МП7), виконавчого механізму (поз. 3-5, 5-5, 7-5, 9-5, 11-5, 12-5, 13-5).

|      |      |          |        |     |                        |      |
|------|------|----------|--------|-----|------------------------|------|
|      |      |          |        |     | ДП ХН 1116 1440 000 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |     |                        |      |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Да- |                        |      |

## 8 ЕКОНОМІКО-ОРГАНІЗАЦІЙНІ РОЗРАХУНКИ

### 8.1 Схема організації відділення підготовки води для ін'єкцій

Проектом передбачена розробка схеми води для ін'єкцій методом дистиляції.

Згідно класифікації підприємств:

- за масштабами виробництва – масове виробництво;
- за структурою виробництва – вузькоспеціалізоване підприємство;
- за ресурсами що споживаються – матеріало- та енергомістке;
- за потужністю виробничого потенціалу – мале підприємство
- за економічним призначенням продукції – товар промислового призначення;
- за впливом на предмет праці – обробне;
- за режимом роботи протягом року – безперервне.

Головною метою підприємства є задоволення потреби фармацевтичних фірм у швидкому та недорогому постачанні стерильної води і отримання прибутку.

Головним завданням підприємства є продаж необхідної кількості води. Галузева приналежність: Виробництво фармацевтичних препаратів і матеріалів, код –B21.20.

Організаційна структура відділення зображена на рисунку 8.1.

### 8.2 Класифікація виробничих процесів

Виробничі процеси, що виконуються в цеху наведені в таблиці 8.1.

### 8.3 Визначення оптимального виду руху предметів праці

Технологічний процес складається з стадій. Перелік процесів та їх

|      |      |          |        |     |                        |      |
|------|------|----------|--------|-----|------------------------|------|
|      |      |          |        |     |                        | Арк. |
|      |      |          |        |     |                        |      |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Да- | ДП ХН 1116 1440 000 ПЗ |      |

тривалість представлені в таблиці 8.2.

Добова норма виробництва становить 480 м<sup>3</sup>/добу.

При послідовному ВРПП (вид руху предметів праці) тривалість виробничого циклу становить:

$$T_{BЦ} = B \cdot \sum_{i=1}^n t_i, \quad (8.1)$$

де  $\sum_{i=1}^n t_i$  – тривалість всіх операцій, хв.

Випуск становить:

$$B = \frac{T_{BЦ(доб)}^{носл.}}{\sum t_i} = \frac{24 \cdot 60}{80} = 18.$$

При паралельному ВРПП тривалість виробничого циклу становить:

$$T_{BЦ} = \sum_{i=1}^n t_i + (B-1) \cdot t_{\max}, \quad (8.2)$$

де  $t_{\max}$  – тривалість найдовшої операції, хв.

$$T_{BЦ} = 80 + (18-1) \cdot 20 = 420 \text{ хв} = 7 \text{ год.}$$

При синхронізованому ВРПП тривалість виробничого циклу становить:

$$T_{BЦ} = \sum_{i=1}^n t_i + R \cdot (B-1), \quad (8.3)$$

$$T_{BЦ} = 80 + 5 \cdot (18-1) = 165 \text{ хв} = 2,75 \text{ год.}$$

Беручи до уваги технологію виробництва оптимальним є синхронізований ВРПП, тому що при послідовному та паралельному виготовляється менша кількість продукції за більший проміжок часу.

#### 8.4 Середньорічні показники роботи підприємства

Фактична тривалість виробничого циклу:

$$T_{BЦ}^{\phi} = T_{BЦ} + T_{перев} = 165 + 30 = 195 \text{ хв} = 3,25 \text{ год.}$$

Річна тривалість роботи підприємства:

$$T_p = 365 \cdot 3,25 = 1186,25 \text{ год.}$$

|      |      |          |        |     |                        |      |
|------|------|----------|--------|-----|------------------------|------|
|      |      |          |        |     | ДП ХН 1116 1440 000 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |     |                        |      |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Да- |                        |      |

Середньорічна тривалість виробничого циклу:

$$T_{\text{вц}}^{\text{ср.р.}} = \frac{D_{\text{к}} \cdot 24}{T_{\text{р}} \cdot D_{\text{р}}} \cdot T_{\text{вц}}^{\text{ф}}, \quad (8.4)$$

де  $D_{\text{к}}$ —кількість календарних днів у році;

24 – кількість годин на добу;

$T_{\text{р}}$ — тривалість роботи цеху протягом доби;

$D_{\text{р}}$  – кількість робочих днів цеху протягом року;

$T_{\text{вц}}^{\text{ф}}$  – фактична тривалість.

$$T_{\text{вц}}^{\text{ср.р.}} = \frac{365 \cdot 24}{24 \cdot 365} \cdot 3,25 = 3,25 \text{ год.}$$

За один цикл підприємство випускає 18 умовних партій води для ін'єкцій, кожна по 26,7 м<sup>3</sup>.

Таким чином, річний випуск підприємства становить:

$$V_{\text{р}} = 18 \cdot 26,7 \cdot 365 = 175\,200 \text{ м}^3 / \text{рік.}$$

## 8.5 Чисельність персоналу

Для робочого персоналу робочий тиждень має вигляд: 7 днів на тиждень, режим роботи у 3 зміни, тривалість робочої зміни 8 годин Для керуючого персоналу робочий тиждень має вигляд: 5 днів на тиждень, режим роботи (з 8<sup>00</sup> до 16<sup>00</sup>):

Перша зміна працюватиме з 8<sup>00</sup> до 16<sup>00</sup>:  $\text{Ч}_{\text{яв}} = 7$  осіб.

Друга зміна – з 16<sup>00</sup> до 24<sup>00</sup>:  $\text{Ч}_{\text{яв}} = 6$  осіб.

Третя зміна – з 24<sup>00</sup> до 8<sup>00</sup>:  $\text{Ч}_{\text{яв}} = 6$  осіб.

$$T_{\text{прац}}^{\text{рік}} = \frac{365 - T_{\text{св}}}{7} \cdot 40 - (T_{\text{св}}^* - 1) \cdot 1 = \frac{365 - 11}{7} \cdot 40 - (8 - 1) \cdot 1 = 2016 \text{ год.}$$

$$N_{\text{бриг}} = \frac{T_{\text{нідпр}}^{\text{рік}}}{T_{\text{прац}}^{\text{рік}}} = \frac{8760}{2016} = 4 \text{ бригади}$$

Графік змінності наведений в таблиці 8.3.

Тривалість зміно обороту 5 днів.

|      |      |          |        |     |                        |      |
|------|------|----------|--------|-----|------------------------|------|
|      |      |          |        |     | ДП ХН 1116 1440 000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Да- |                        |      |

$$T_{\text{прац}}^{\text{рік}} = \frac{365}{T_{\text{зм.об}}} \cdot (T_{\text{зм.об.}} - T_{\text{вихідн.}}) \cdot T_{\text{зміни}}, \quad (8.4)$$

$$T_{\text{прац}}^{\text{рік}} = \frac{365}{5} \cdot (5-1) \cdot 8 = 2336 \text{ год.}$$

Чисельність працівників за списком становить 43 особи.

## 8.6 Контроль виробництва

Вхідний контроль – це перевірка якості надходжень. Вхідному контролю підлягають проби води, що проходять контроль якості. Проби відбираються 2 рази за зміну, результати заносяться до журналу вхідного контролю.

Поточний контроль – процес перевірки виконання роботи працівниками, а також технологічного процесу. Проби води аналізують на загальний солевміст, мікробіологічну чистоту, вміст заліза, мангану, загальну твердість, органічний вуглець, розчинений хлор. За результатами поточного контролю ведуть журнал поточного контролю.

Заключний контроль – перевірка готової продукції на якість після приготування. Основна мета заключного контролю – витримка технології приготування, перевірка якості та виявлення браку. Контролюється електропровідність води очищеної, вміст ендотоксинів та загальний органічний вуглець. За результатами заключного контролю оформляють паспорт якості. Виконується автоматично.

Суб'єктами контролю є технолог і лаборант.

Працівники проходять вхідний технічний контроль, який визначає їх кваліфікаційний рівень.

Стан технологічного обладнання перевіряється інженером-механіком та технологом після його закупки. Також справність обладнання перевіряється на початку і вкінці робочої зміни інженером-механіком.

Готову продукцію зберігають і використовують в умовах, що дозволяють запобігти росту мікроорганізмів й уникнути будь-яких інших забруднень. Резервуари для зберігання води, трубопроводи та арматуру виготовляють із стійких до хімічної дії матеріалів спеціальних марок нержавіючої сталі, титану

|      |      |          |        |     |                        |      |
|------|------|----------|--------|-----|------------------------|------|
|      |      |          |        |     | ДП ХН 1116 1440 000 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |     |                        |      |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Да- |                        |      |

або скла. Максимальний термін зберігання – 24 год в асептичних умовах. Вода для ін'єкцій, розфасована у відповідні контейнери, закупорена і стерилізована нагріванням в умовах, які гарантують, що одержаний продукт витримує випробування на бактеріальні ендотоксини, отримала назву «Вода для ін'єкцій стерильна». Вона не повинна містити жодних додаткових речовин, має бути прозорою й безбарвною. Кожний контейнер має містити достатню кількість води, щоб забезпечити можливість витягування номінального об'єму.

## 8.7 Матеріальна, документальна та організаційна підготовка виробництва

### 8.7.1 Розрахунок основних та оборотних фондів

До оборотних фондів даного виробництва відносять, сировину, електроенергію, допоміжні матеріали [10].

#### 1. Розрахунок витрати електроенергії:

Потужність обладнання:  $N = 350$  кВт.

Оскільки потужність більше 30 кВт маємо перший клас напруги.

Ціна 1кВт = 145,37 копійок – денний час, в нічний час: 1кВт = 38,76 копійки.

Підприємство працює 24 години на добу 365 днів на рік

$$B_{8.00-20.00} = 12 \cdot 365 \cdot 350 \cdot 1,4537 = 22285221 \text{ грн/ рік,}$$

$$B_{20.00-8.00} = 12 \cdot 365 \cdot 350 \cdot 0,3876 = 5941908 \text{ грн/ рік.}$$

Сумарні витрати на електроенергію:

$$B_{\text{електр}} = 22285221 + 5941908 = 28227129 \frac{\text{грн}}{\text{рік}}.$$

#### 2. Розрахунок витрат сировини:

- питна вода – 11 382000 грн/рік;
- загрузка фільтрів – 130000 грн/рік;
- реагенти для проведення аналізу на якість води – 90000 грн/рік.

Всього на річний випуск продукції витрачається сировини вартістю:

$$B_{\text{сир}} = 11\,382\,000 + 130\,000 + 90\,000 = 11\,602\,000 \text{ грн/рік.}$$

|      |      |          |        |     |                        |      |
|------|------|----------|--------|-----|------------------------|------|
|      |      |          |        |     | ДП ХН 1116 1440 000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Да- |                        |      |

3. До основних фондів відділення належать:

- вартість приміщення – 600 000 грн;
- сумарна вартість обладнання – 7 728600 грн;
- нематеріальні активи – 200 000 грн.

Амортизація будівель ( $T_{\text{експ}} = 20$  років):

$$A_{\text{буд}} = V_{\text{буд}} / T_{\text{експ}} = 600\,000 / 20 = 30\,000 \text{ грн/рік.}$$

Амортизація обладнання ( $T_{\text{експ}} = 5$  років):

$$A_{\text{обл}} = V_{\text{обл}} / T_{\text{експ}} = 7\,728\,600 / 5 = 1\,545\,720 \text{ грн/рік.}$$

Амортизація нематеріальних активів ( $T_{\text{експ}} = 10$  років):

$$A_{\text{н.а.}} = V_{\text{н.а.}} / T_{\text{експ}} = 200\,000 / 5 = 40\,000 \text{ грн/рік.}$$

Амортизаційні відрахування:

$$A = A_{\text{буд}} + A_{\text{обл}} + A_{\text{н.а.}} = 30\,000 + 1\,545\,720 + 40\,000 = 1\,615\,720 \text{ грн/рік.}$$

Вартість основних фондів:

$$\text{ОФ} = V_{\text{буд}} + V_{\text{обл}} + V_{\text{н.а.}} = 600\,000 + 7\,728\,600 + 200\,000 = 8\,528\,600 \text{ грн.}$$

В таблиці наведено заробітні плати працівників для розрахунку ФОП.

Фонд оплати праці відділення:

$$\text{ФОП} = \text{ЗП} + \text{Нарахування}, \quad (8.5)$$

$$\text{ФОП} = 222\,000 \cdot 12 \cdot 1,37 = 3\,649\,680 \text{ грн/рік.}$$

Вартість оборотних засобів відділення:

$$\text{ОбЗ} = V_{\text{сиров}} + \text{Ц}_{\text{ел}} + \text{ФОП}. \quad (8.6)$$

$$\text{ОбЗ} = 11\,602\,000 + 2\,822\,712,9 + 3\,649\,680 = 18\,074\,392,9 \text{ грн/рік.}$$

### 8.7.2 Техніко-економічні показники

1. Розрахунок собівартості води:

$$C = A + \text{ОбЗ} = 1\,615\,720 + 18\,074\,392,9 = 19\,690\,112,9 \text{ грн/рік.}$$

За рік підприємство виготовляє  $1\,992\,900 \text{ м}^3$  води для ін'єкцій.

2. Собівартість  $1 \text{ м}^3$  води:

$$C_{\text{один}} = \frac{C}{B} = \frac{19\,690\,112,9}{1\,752\,000} = 112,4 \text{ грн/м}^3.$$

|      |      |          |        |     |                        |      |
|------|------|----------|--------|-----|------------------------|------|
|      |      |          |        |     | ДП ХН 1116 1440 000 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |     |                        |      |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Да- |                        |      |

3. Річний прибуток (при ціні 220,00 грн/м<sup>3</sup>):

$$\Pi = \Pi - C = 175\,200 \cdot 220 - 19\,960\,112,9 = 18\,853\,887,1 \text{ грн/рік.}$$

4. Рентабельність:

$$P = \Pi / C \cdot 100\% = (18\,853\,887,1 / 19\,960\,112,9) \cdot 100\% = 95,75\%.$$

5. Капіталовкладення:

$$K = O\Phi + O\Phi = 18\,074\,392,9 + 8\,528\,600 = 26\,602\,992,9 \text{ грн.}$$

6. Розрахуємо час повернення капіталовкладень:

$$T_{\text{пов}} = \frac{K}{\Pi}. \quad (8.7)$$

$$T_{\text{пов}} = 26\,602\,992,9 / 18\,853\,887,1 = 1,41 \text{ року,}$$

де ОФ – сума основних фондів підприємства.

7. Коефіцієнт економічної ефективності:

$$E = 1 / T_{\text{пов}} = 1 / 1,41 = 0,71.$$

8. Фондовіддача виробничих фондів:

$$\Phi B = (\Pi \cdot V) / O\Phi = 38\,544\,000 / 8\,528\,600 = 4,52 \text{ грн/грн.}$$

9. Фондоємність:

$$\Phi \text{Є} = 1 / \Phi B = 1 / 4,52 = 0,22 \text{ грн/грн.}$$

10. Продуктивність праці:

$$\Pi\Pi = V / \text{Ч} \cdot T = 175\,200 / 43 \cdot 8760 = 0,47 \text{ од/людино год.}$$

Проаналізувавши техніко-економічні показники даного підприємства, можна сказати, що воно є рентабельним, повністю окупить капіталовкладення через 1,41 роки. Розраховані показники свідчать про те, що цех є конкурентоспроможним на ринку послуг і має значні перспективи розвитку у цій галузі.

### 8.7.3 Графік планово-попереджувальних ремонтів

За рахунок зносу обладнання має проходити ППР у чітко встановлені терміни. Основним апаратом у нашому виробничому циклі є дистилятор, який має ремонтні показники, наведені в таблиці 8.8.

|      |      |          |        |     |                        |      |
|------|------|----------|--------|-----|------------------------|------|
|      |      |          |        |     | ДП ХН 1116 1440 000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Да- |                        |      |

Згідно цих нормативів розраховується потрібна кількість ремонтів на рік:

$$n_k = T_{\text{рік}}/a = 8760/4260 = 2 \text{ ремонтів на рік,}$$

$$n_c = 8760/1420 - 2 = 6 - 2 = 4,$$

$$n_{\text{п}} = (8760/568) - 2 - 4 = 15 - 6 = 9.$$

$$T_{\text{простою}} = 2 \cdot 200 + 4 \cdot 44 + 9 \cdot 16 = 720 \text{ год.}$$

Графік проведення ремонту наведено в таблиці 8.9.

$$T_{\text{ефективне}} = 8760 - 720 = 8040 \text{ год.}$$

|      |      |          |        |     |                        |      |
|------|------|----------|--------|-----|------------------------|------|
|      |      |          |        |     | ДП ХН 1116 1440 000 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |     |                        |      |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Да- |                        |      |

## 9 ОХОРОНА ПРАЦІ

Як видно з технологічної частини проекту, на об'єкті не використовуються шкідливі, горючі та вибухонебезпечні речовини і матеріали, але використовується електрична енергія. Внутрішньоцеховий транспорт представлений промисловими трубопроводами, а також ручними візками для транспортування хімічних реактивів.

Всі проектні рішення прийняті з урахуванням вимог охорони праці та пожежної безпеки.

На основі аналізу шкідливих і небезпечних факторів розроблені заходи, щодо забезпечення належних умов праці на робочому місці, а також заходи пожежної безпеки.

### 9.1 Виявлення та аналіз шкідливих, небезпечних виробничих факторів на проєктному об'єкті. Заходи з охорони праці

#### 9.1.1 Повітря робочої зони

Згідно з ДСН 3.3.6.042-99 роботи, які виконуються в цеху, відносяться до категорії середньої важкості II б. В таблиці 9.1 наведено санітарні норми мікроклімату виробничого приміщення для даної категорії робіт.

Температура внутрішніх поверхонь робочої зони, технологічного обладнання, зовнішніх поверхонь технологічного устаткування, огорожуючих конструкцій не повинна виходити більш ніж на 2 °C за межі оптимальних температур повітря в теплий період року для даної категорії робіт.

$$t_{\text{нов.об.}} = t_{\text{оп.п.з.}} + 2^{\circ}\text{C} = 17 + 2 = 20^{\circ}\text{C} \text{ - в холодний період року.} \quad (9.1)$$

$$t_{\text{нов.об.}} = t_{\text{оп.п.з.}} + 2^{\circ}\text{C} = 20 + 2 = 22^{\circ}\text{C} \text{ - в теплий період року.} \quad (9.2)$$

|      |      |          |        |     |                        |      |
|------|------|----------|--------|-----|------------------------|------|
|      |      |          |        |     | ДП ХН 1116 1440 000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Да- |                        |      |

Для забезпечення необхідної чистоти й мікрокліматичних умов у виробничих приміщеннях передбачена системи кондиціонування. Підготовка, очищення та розподіл повітря, що надходить, забезпечується центральними кондиціонерами фірми GEA і Euroclima. Передбачена рециркуляція вентиляційного повітря – у приміщення подається близько 20% свіжого повітря і близько 80% рециркуляційного.

Видалення повітря здійснюється відцентровими вентиляторами, установленими на покрівлі цеху, або витяжними установками, встановленими в вентиляційних камерах. Фактичні значення параметрів мікроклімату підтримуються за рахунок використання системи центрального водяного опалення.

Мікрокліматичні показники вимірюються наступними приладами: ртутний термометр (температура), анемометр (швидкість руху повітря), аспіраційний психрометр (відносна вологість).

Коротка санітарна характеристика відділення виробництва води для ін'єкцій наведена в таблиці 9.2.

Заради зменшення ризику потрапляння пилу в дихальні шляхи у виробничих приміщеннях передбачене вологе прибирання.

#### 9.1.2 Виробниче освітлення

У відділенні передбачене використання природного, штучного та суміщеного освітлення. Згідно ДБН В. 2.5-28-2006 в цеху виконуються роботи з зоровими умовами, які відносять до IV а, VIII арозрядів. В таблиці 9.3 представлено санітарні норми параметрів освітлення.

Штучне освітлення в цеху здійснюється за допомогою газорозрядних ламп низького тиску.

Розрахунок потоку, необхідного для забезпечення заданої освітленості

|      |      |          |        |     |                        |      |
|------|------|----------|--------|-----|------------------------|------|
|      |      |          |        |     | ДП ХН 1116 1440 000 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |     |                        |      |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Да- |                        |      |

горизонтальної поверхні при загальному рівномірному освітленні з урахуванням світла, що відбивається стінами та стелею проводиться за формулою (для люмінесцентних ламп):

$$F = E \cdot S \cdot z \cdot k / n \cdot u \cdot m, \quad (9.3)$$

де  $F$  – світловий потік однієї лампи, лм;

$E$  – нормована освітлюваність,  $E = 500$  лк;

$S$  – площа приміщення,  $S = 500 \text{ м}^2$ ;

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

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

$n$  – кількість світильників,  $n = 80$ ;

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

$m$  – число люмінесцентних ламп у світильнику,  $m = 2$ .

Таким чином, необхідний світловий потік однієї лампи:

$$F = E \cdot S \cdot z \cdot k / n \cdot u \cdot m = 500 \cdot 500 \cdot 1,25 \cdot 1,1 / 80 \cdot 0,6 \cdot 2 = 3581 \text{ лм.}$$

Вибір стандартної лампи та визначення її потужності проводиться згідно

|      |      |          |        |     |                        |      |
|------|------|----------|--------|-----|------------------------|------|
|      |      |          |        |     | ДП ХН 1116 1440 000 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |     |                        |      |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Да- |                        |      |

ГОСТ 6825-74.

Відповідно до розрахованого світлового потоку ( $F = 3581$  лм), необхідно-го для забезпечення заданої освітленості, обираємо тим лампи ЛД потужністю 65 Вт і визначимо електричну потужність всієї освітлювальної системи:

$$W = P \cdot n \cdot m, \quad (9.4)$$

де  $W$  – потужність освітлювальної системи, Вт;

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

$$W = 65 \cdot 80 \cdot 2 = 10400 \text{ Вт.}$$

Освітленість контролюється за допомогою люксметра Ю-116 1 раз на рік після ремонту освітлювальної установки.

При відключенні робочого освітлення передбачена система аварійного освітлення. Світильники аварійного освітлення (типу ЛБА 3923) приєднуються до мережі робочого освітлення з автоматичним перемиканням на незалежне живлення.

Контроль освітленості здійснюється люксометром Ю – 116 не менше 1 разу в рік, а також після ремонту приміщень.

### 9.1.3 Захист від шуму та вібрацій

Основне технологічне обладнання фармацевтичного виробництва практично безшумне. Джерелом шуму у відділенні підготовки води для лікарських форм є рух води по трубопроводах, оскільки вода рухається з великою швидкістю, насоси та їх електродвигуни. Згідно ДСН 3.3.6.037-99 шум на території підприємства не повинен перевищувати 80 дБА. На території цеху рівень шуму складає 50 – 60 дБА, який не перевищує допустимі норми. Для усунення або зменшення вібрації і шуму машин, що виникає при їхній роботі проектом передбачені наступні прийоми:

- обладнання встановлюється на шумопоглинальних і віброгасильних фундаментах.

|      |      |          |        |     |                        |      |
|------|------|----------|--------|-----|------------------------|------|
|      |      |          |        |     | ДП ХН 1116 1440 000 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |     |                        |      |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Да- |                        |      |

- зміна числа оборотів джерела вібрації для збільшення розриву між власною частотою коливань і резонансною частотою.

Для контролю шуму використовують шумоміри.

#### 9.1.4 Електробезпека

Електрообладнання у відділенні виробництва ВДІ живиться від трьохфазної чотирьох провідної електричної мережі змінного струму промислової частоти напругою 380/220 В з глухо заземленою нейтраллю.

Робота обладнання не створює специфічних електричних і електромагнітних полів.

Ураження електричним струмом можливе у результаті дотику до відкритих струмопровідних елементів обладнання, що опинилися під напругою в результаті порушення ізоляції. Місцями електризації є трубопроводи.

Причинами цього є рух рідини (води з домішками) по них.

Для запобігання утворення статичної електрики передбачене підключення устаткування до заземлювального контуру.

Згідно з ГОСТ 12.1.038-82 допустимі рівні напруг дотику і струму, що проходить через тіло людини:  $I_{\text{д}} = 0,3 \text{ мА}$  і  $U_{\text{д}} = 2 \text{ В}$  в нормальному режимі, та  $I_{\text{д}} = 6 \text{ мА}$  і  $U_{\text{д}} = 36 \text{ В}$  в аварійному.

Оскільки при нормальному режимі при  $\tau \leq 10 \text{ хв/добу}$ ,  $R_0 = 4 \text{ Ом}$ ,  $R_{\text{л}} = 3000 \text{ Ом}$ , то:

$$I_{\text{л}} = \frac{U_{\phi} \cdot 10^3}{R_{\text{л}} + R_0} = \frac{220 \cdot 10^3}{3000 + 4} = 73,23 \text{ мА}, \quad (9.5)$$

$$U_{\text{д}} = I_{\text{л}} \cdot R_{\text{л}} = 73,23 \cdot 3 = 219,72 \text{ В}. \quad (9.6)$$

Розраховані значення  $I_{\text{л}}$  і  $U_{\text{д}}$  значно перевищують наведені вище нормативні значення. Це свідчить про те, що при порушенні вимог правил улаштування електроустановок у відділенні можливі електротравми з тяжкими наслідками.

|      |      |          |        |     |                        |      |
|------|------|----------|--------|-----|------------------------|------|
|      |      |          |        |     | ДП ХН 1116 1440 000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Да- |                        |      |

Приміщення цеху відноситься до приміщення без підвищеної небезпеки, оскільки характеризується відсутністю умов, які створюють підвищену або особливу небезпеку.

Для забезпечення безпеки роботи, в діючих електроустановках передбачається комплекс заходів:

- допуск до роботи по видаленню несправностей лише людей, які пройшли спеціальну підготовку;
- занулення електроустаткування;
- застосування з'єднувальних провідників зі справною ізоляцією;
- використання попереджувальної сигналізації та попереджувальні знаки встановлені в місцях наближених до місць, які знаходяться під напругою.

Для забезпечення електробезпеки використовуються: індивідуальні захисні засоби, електроізоляція струмоведучих частин, діелектричні рукавиці, діелектричні коври, інструменти з ізолюючими рукоятками, покажчики напруги, плакати та знаки безпеки, діелектричні галоші.

#### 9.1.5 Безпека технологічних процесів та обслуговування обладнання

Експлуатація решіток, змішувачів, фільтрів, біофільтрів, насосів, компресорів дозволяється персоналу, який пройшов спеціальне навчання, інструктаж з охорони праці і має посвідчення про здачу іспиту на право роботи на даному виді устаткування.

Основними причинами створення аварійних ситуацій можуть бути:

- невідповідність вихідної води вимогам ДСанПіН 2.2.4-171-10;
- перевищення рівня рідини в баках;
- порушення технологічного режиму в результаті відмови в системі автоматичного керування та регулювання технологічного процесу;
- механічне пошкодження реакційної апаратури, через недбале її використання.

Для забезпечення безпечної роботи технологічного процесу передбачені

|      |      |          |        |     |                        |      |
|------|------|----------|--------|-----|------------------------|------|
|      |      |          |        |     |                        | Арк. |
|      |      |          |        |     |                        |      |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Да- | ДП ХН 1116 1440 000 ПЗ |      |

наступні заходи:

- проектом передбачається комплексна автоматизація технологічних процесів з виносом в операторську таких параметрів (температура –  $T$ , витрата реагенту –  $F$ , рівень рідини в апараті –  $L$  та тиск –  $P$ ), що забезпечують безпечну роботу обладнання. Технологія системи обладнана як засобами автоматичного та дистанційного управління, так і засобами контролю та сигналізації;
- відбір проб води;
- застосування засобів колективного захисту працівників;
- для захисту апаратури від перевищення тиску проектом передбачені запобіжні клапани.

## 9.2 Пожежна безпека

Сировина і матеріали, що використовуються у відділенні виробництва води для ін'єкцій, не є токсичними, вибухонебезпечними та пожежонебезпечними речовинами.

Можливими причинами загорянь та вибухів у цеху можуть бути наступні фактори:

- халатне відношення працівників до виконання правил техніки безпеки;
- електрозамикання;
- удар блискавки в будівлю, занос високих потенціалів блискавки в приміщення через електропровідні комунікації (оболонка кабелів, проводка, труби);
- перевантаження та нагрів електрообладнання.

Запобігання пожежі досягається наступними заходами:

- перевірка персоналу на знання правил техніки безпеки;
- використання засобів пожежогасіння (вуглекислотні вогнегасники ВВК-5, ящики з піском);
- встановлення пожежної сигналізації автоматичного типу;

|      |      |          |                          |                        |  |      |
|------|------|----------|--------------------------|------------------------|--|------|
|      |      | -        | застосування заземлення; | ДП ХН 1116 1440 000 ПЗ |  | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис                   | Да-                    |  |      |

- встановлення стрижньового блискавковідводу;

У виробничих приміщеннях розвішені план евакуації, всі необхідні інструкції і плакати на тему пожежної безпеки.

Засоби пожежогасіння, протипожежний інвентар повинні бути легкодоступними для всіх працівників, а також знаходитися в справному стані і бути пофарбовані в червоний колір.

У коридорах на шляхах евакуації персоналу передбачені протидимові та протипожежні перегородки.

Існуюча довжина евакуаційних шляхів та ширина дверей відповідає ДБН-В 2.5.28 2006“Протипожежні норми”.

|      |      |          |        |     |                        |      |
|------|------|----------|--------|-----|------------------------|------|
|      |      |          |        |     | ДП ХН 1116 1440 000 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |     |                        |      |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Да- |                        |      |

## 10 ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА

В дипломному проекті розробляється схема підготовки води для ін'єкцій. Дана схема запроваджується на підприємстві з метою запобігання екологічного лиха, зменшення штрафів чи їх повного уникнення. В даному розділі були проаналізовані джерела відходів, що утворюються, можливі варіанти екологізації виробництва, екологічний моніторинг та розрахунок екологічних платежів за зберігання твердих відходів.

### 10.1 Аналіз джерел та розрахунок кількості відходів, що утворюються

Екологічна безпека водних джерел забезпечується підтриманням нормативних показників. В даному дипломному проекті розроблена наступна технологічна схема.

Питна вода подається на фільтр грубої механічної очистки 1, де очищається від механічних домішок. Далі вода поступає в бак 2, де підтримується певний рівень води. За допомогою насосу 3 вода подається на автоматичний фільтр знезалізнення води 4, призначений для видалення з води заліза і марганцю. Для захисту зворотньоосмотичних мембран від руйнування, при наявності у водопровідній воді активного хлору, передбачено його видалення на фільтрі з активованим вугіллям 5. Для забезпечення тривалої роботи мембран з води видаляються солі твердості, що формують нерозчинні осади на їх поверхні. Пом'якшення води відбувається за рахунок заміни катіонів солей твердості – кальцію ( $\text{Ca}^{+2}$ ) і магнію ( $\text{Mg}^{2+}$ ) на катіони натрію ( $\text{Na}^{+}$ ) в Na-катіонітовому фільтрі 6. Підготовлена для знесолення вода надходить зворотньоосмотичну установку 8, яка служить для повного видалення з води йонів розчинених солей, колоїдних домішок і механічних частинок. Насосом знесолена вода подається на ультрафіолетовий стерилізатор 9 призначений для підтримки мікробіологічної чистоти очищеної води. Далі вода надходить в дистиллятор 10, де відбувається фазо-

|      |      |          |        |     |                        |      |
|------|------|----------|--------|-----|------------------------|------|
|      |      |          |        |     | ДП ХН 1116 1440 000 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |     |                        |      |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Да- |                        |      |

вий перехід, що призводить до остаточного відокремлення води від домішок, після чого потрапляє в ємність для зберігання води для ін'єкцій 11.

В таблиці 10.1 наведена характеристика сировини та продукції виробництва.

Згідно з технологічною схемою місцями утворення відходів є фільтр знезалізнення. Рідкі відходи утворюються при регенерації фільтрів та на стадії зворотного осмосу.

Відділення підготовки води для ін'єкцій забезпечене системою хімічної каналізації для збору та відводу стічних вод до станції нейтралізації. Скид стічних вод здійснюється згідно «Умов на скид стічних вод у систему каналізації».

За стоками на підприємстві ведеться постійний контроль згідно узгодженого графіку контролю з органами Державного контролю. Всі контрольовані показники стоків підприємств – у нормативних межах. Після проходження станції нейтралізації оздоровлені стоки скидаються в заводську мережу каналізації з показниками, що відповідають правилам приймання стічних вод в систему міської каналізації.

Фактична концентрація хлоридів в стічних водах заводу при скиді в міську каналізацію разом з хлоридами стічних вод станції нейтралізації не перевищує  $80 \text{ мг/м}^3$  при нормативних –  $240 \text{ мг/дм}^3$ .

## 10.2 Можливі варіанти екологізації виробництва

Під екологізацією розуміють процес поступового і послідовного впровадження систем технологічних, управлінських та інших рішень, які дозволяють підвищувати ефективність використання природних ресурсів і умов поряд з покращенням або хоча б збереженням якості природного середовища.

Теоретично і практично досягнення «безвідходних технологій» неможливе. Утворений після першої стадії зворотного осмосу концентрат скидається.

|      |      |          |        |     |                        |      |
|------|------|----------|--------|-----|------------------------|------|
|      |      |          |        |     | ДП ХН 1116 1440 000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Да- |                        |      |

Перміат подається на другу сходинку зворотного осмосу і ще раз піддається очищенню.

Так як концентрат від другого ступеня зворотного осмосу містить менше солі, його можна змішати з поданого водою і тим самим повернути в систему.

На рисунку 10.1 представлені методи очищення стічних вод.

Шлами знаходять своє застосування у виробництві цементу. Шлам містить цінні компоненти (насамперед залізо), утилізація яких економічно виправдана.

### 10.3 Обране рішення та екологічний моніторинг

Екологічний моніторинг виробництва – це система нагляду, аналізу, зберігання інформації про стан навколишнього середовища, прогнозування її змін та розробки науково обґрунтованих рекомендацій щодо покращення екологічного стану на підприємстві і навколо нього та для прийняття ефективних управлінських рішень.

Основними завданнями екологічного моніторингу є:

- спостереження за джерелом антропогенного впливу;
- спостереження за фактором антропогенного впливу;
- спостереження за станом природного середовища під впливом антропогенних факторів й оцінка прогнозованого стану природного середовища.

Тверді відходи. В шламосховищі відбирається кілька проб шламу, після чого їх перемішують. Отриману усереднену пробу квартують.

Рідкі відходи. Проба відбирається безпосередньо з трубопроводу за допомогою спеціального крана. Перевірка на вміст та концентрацію солей здійснюється за допомогою рідинної хроматографії.

Місця відбору проб та методи аналізу наведені в таблиці 10.3.

|      |      |          |        |     |                        |      |
|------|------|----------|--------|-----|------------------------|------|
|      |      |          |        |     | ДП ХН 1116 1440 000 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |     |                        |      |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Да- |                        |      |

Стоки перед спрямуванням до каналізації нейтралізуються. На станції нейтралізації проводиться усереднення стоків та осадження, розведення чи нейтралізація стічних вод (за необхідністю).

При відсутності технології переробки шламу чи нестачі відповідних ресурсів для її проведення, відходи направляються у відповідні сховища.

#### 10.4 Розрахунок екологічних платежів за зберігання твердих відходів

Залізовмісний шлами відносяться до 4 класу небезпеки відходів, що являють собою малонебезпечні речовини. Ставка податку на даний клас відходів складає 3,17 грн/т [11].

Податок, який повинен сплатити підприємство за зберігання добової кількості шкідливих викидів, враховуючи те, що звалище розташоване в межах населеного пункту чи на відстані менш як 3 км від таких меж, грн:

$$\Pi = W \cdot L \cdot k = 1 \cdot 3,17 \cdot 3 = 9,51, \quad (10.1)$$

де  $W$  – добова кількість шкідливих речовин (розрахунок проводимо на 1 т/добу);

$L$  – ставка податку, грн/т;

$k$  – коефіцієнт до ставок податку, який встановлюється залежно відмісця (зони) розміщення відходів у навколишньому природному середовищі.

Податок, який повинен сплатити підприємство за зберігання добової кількості шкідливих викидів, враховуючи те, що звалище розташоване на відстані від 3 км і більше від меж населеного пункту, грн./т:

$$\Pi = W \cdot L \cdot k = 1 \cdot 3,17 \cdot 1 = 3,17. \quad (10.2)$$

Таким чином було розглянуто екологічні проблеми, що виникають під час запровадження схеми підготовки води для ін'єкцій та обрано методи вирішення цих проблем. Було розглянуто технологічну схему та досліджено, що солевміст концентрату становить 1245,7 мг/дм<sup>3</sup> при допустимій нормі 1000 мг/дм<sup>3</sup>. Тому перед скидом в каналізацію концентрат відправляють на станцію нейтралізації, де, за рахунок розведення, значення солевмісту нормується до допустимо мож-

|         |      |          |        |     |                        |      |
|---------|------|----------|--------|-----|------------------------|------|
| ЛИВОГО. |      |          |        |     | ДП ХН 1116 1440 000 ПЗ | Арк. |
|         |      |          |        |     |                        |      |
| Змн.    | Арк. | № докум. | Підпис | Да- |                        |      |

|      |      |          |        |     |                        |      |
|------|------|----------|--------|-----|------------------------|------|
|      |      |          |        |     | ДП ХН 1116 1440 000 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |     |                        |      |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Да- |                        |      |

## ВИСНОВКИ

В бакалаврському дипломному проєкті обґрунтована та розроблена технологічна схема підготовки води для ін'єкцій обраним методом дистиляції із комбінацією зворотного осмосу.

Приведена характеристика вихідної води, води для ін'єкцій, та допоміжних матеріалів, що виробляються у відповідності з діючими стандартами та технічними умовами.

Наведена технологічна схема та її опис. Розраховано основне та допоміжне обладнання у відповідності із продуктивністю ( $20 \text{ м}^3/\text{год}$ ) виробництва, для забезпечення якої обрано основний апарат – багатоколонний дистилятор в кількості 3 штук з продуктивністю  $7 \text{ м}^3/\text{год}$ . Розраховано витратний коефіцієнт води питної  $\beta_{\text{вод.пит1}} = 1,444 \text{ м}^3/\text{м}^3$ , витратний коефіцієнт води питної для розведення концентрату після першої стадії  $\beta_{\text{вод.пит2}} = 0,182 \text{ м}^3/\text{м}^3$ , витратний коефіцієнт солі на регенерацію  $\beta_{\text{солі}} = 0,24 \text{ м}^3/\text{м}^3$ , витрата води на розведення солі  $\beta_{\text{солі}} = 0,0027 \text{ м}^3/\text{м}^3$ .

Представлено схему автоматизації процесу водопідготовки, що передбачає контроль та регулювання таких параметрів як тиск у фільтрах та зворотно-осмотичній установці, витрата води у трубопроводі, температуру в дистиляторах, а також рівень води в баках.

В результаті виконання економіко-організаційного розрахунку була розрахована собівартість  $1 \text{ м}^3$  води:  $C = 112,4 \text{ грн}$ . Проаналізувавши техніко-економічні показники даного підприємства, можна сказати, що воно є рентабельним, та повністю окупить капіталовкладення через 1,41 роки.

Було розглянуто екологічні проблеми, що виникають під час запровадження схеми підготовки води для ін'єкцій та обрано методи вирішення цих проблем. Було розглянуто технологічну схему та досліджено, що солевміст концентрату становить  $1245,7 \text{ мг/дм}^3$  при допустимій нормі  $1000 \text{ мг/дм}^3$ . Проаналізовано шляхи безпечного ведення процесу, розроблено рекомендації по

безпечному проведенню процесу.

ДП ХН 1116 1440 000 ПЗ

Арк.

|      |      |          |        |     |
|------|------|----------|--------|-----|
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Да- |
|------|------|----------|--------|-----|

|      |      |          |        |     |                        |      |
|------|------|----------|--------|-----|------------------------|------|
|      |      |          |        |     | ДП ХН 1116 1440 000 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |     |                        |      |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Да- |                        |      |

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Фармацевтическая отрасль [Электронный ресурс]: Водоподготовка, способы производства воды для инъекций, 2014 – Режим доступа : [http://promoboz.com/ru/view\\_article?id=61](http://promoboz.com/ru/view_article?id=61), вільний. – Загол. з екрана. – Мова рос.
2. Мировые водные технологии [Электронный ресурс]: Системы (установки) очистки воды для фармацевтики и медицины – Режим доступа: <http://wwtec.ru/index.php?id=471>, вільний. – Загол. з екрана. – Мова рос.
3. Верховна Рада України [Електронний ресурс]: Законодавство України, екологічний податок. – Режим доступа: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10/page3>, вільний. – Загол. з екрана. – Мова укр.
4. Аптека 95 [Электронный ресурс]: Фармацевтический дайджест: Получение различных типов воды для фармацевтических целей , 2011 – Режим доступа: <https://newsapтека95.wordpress.com/2011/08/31/получение-различных-типов-воды-для-фа/>, вільний. – Загол. з екрана. – Мова рос.
5. Ecosoft water professionals [Электронный ресурс]: Промышленное оборудование – Режим доступа: <http://www.ecosoft.ua>, вільний. – Загол. з екрана. – Мова рос.
6. Федотов А.Е. Чистые помещения [Текст]/А. Е. Федотов. – М.: АСИНКОМ, 2003. – 576 с.
7. Дытнерский Ю.И. Баромембранные процессы. Теория и расчет [Текст] / Ю.И. Дытнерский. – М.: Химия, 1986. – 272с.
8. Luxun International Group [Электронный ресурс]: Фармацевтическое оборудование: Многоколонный дистиллятор. – Режим доступа: <http://lxn.ru/index.php?id=305>, вільний. – Загол. з екрана. – Мова рос.
9. Лукінюк М. В. Автоматизація типових технологічних процесів: технологічні об'єкти керування та схеми автоматизації [Текст] : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл., які навчаються за напрямом «Автоматизація і комп'ют.-інтегр. технології / М. В. Лукінюк. – К.: НТУУ «КПІ», 2008. – 236 с. : іл. – Біблігр.: с. 230–231. – 200 пр. – ISBN 978-966-622-287-2.

10. Підлісна, О.А. Методичні вказівки до виконання організаційно-економічної частини дипломних проектів для студ. 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. – 300 пр.
11. Профи Винс [Електронний ресурс]: Бухгалтерское сопровождение, ведение фирм от А до Я : Екологічний податок – Режим доступу : <http://www.profiwins.com.ua/uk/legislation/kodeks/1357.html>, вільний. – Загол. з екрана. – Мова рос.

|      |      |          |        |     |                        |      |
|------|------|----------|--------|-----|------------------------|------|
|      |      |          |        |     | ДП ХН 1116 1440 000 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |     |                        |      |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Да- |                        |      |