

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

**Хіміко-технологічний факультет**

(повна назва інституту/факультету)

**Кафедра технології неорганічних речовин та загальної хімічної технології**

(повна назва кафедри)

«До захисту допущено»

В.о. завідувача кафедри

\_\_\_\_\_ Н.М. Толстопалова  
(підпис) (ініціали, прізвище)

“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**Дипломний проект**

**на здобуття ступеня бакалавра**

зі спеціальності 6.051301 Хімічна технологія та інженерія

(код і назва)

на тему: Попереднє очищення води з використанням озонування для запобігання біобростанню

Виконав (-ла): студент (-ка) IV курсу, групи ХН-22  
(шифр групи)

Пождема Наталія Русланівна \_\_\_\_\_  
(прізвище, ім'я, по батькові) (підпис)

Керівник ст. викладач, к.т.н. Лапінський Андрій Вікторович \_\_\_\_\_  
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

Консультант з автоматизації ст.викладач Лукінюк Михайло Васильович \_\_\_\_\_  
(назва розділу) (посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище, ініціали) (підпис)

Консультант з економічної частини доц., к.т.н. Підлісна Олена Анатоліївна \_\_\_\_\_  
(назва розділу) (посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище, ініціали) (підпис)

Консультант з охорони праці доц., к.т.н. Полукаров Юрій Олексійович \_\_\_\_\_  
(назва розділу) (посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище, ініціали) (підпис)

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

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

Студент \_\_\_\_\_  
(підпис)

Київ – 2016 року

## ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

| № з/п | Формат | Позначення           | Найменування                                            | Кількість листів | Примітка |
|-------|--------|----------------------|---------------------------------------------------------|------------------|----------|
| 1     | A4     |                      | Завдання на дипломний проект                            | 2                |          |
| 2     | A4     | ДП ХН 2216 1440 ПЗ   | Пояснювальна записка                                    |                  |          |
| 3     | A1     | ХН 2216 1440 001 Сх  | Технологічна схема відділення                           | 1                |          |
| 4     | A1     | ХН 2216 1440 002 СхА | Схема автоматизації                                     | 1                |          |
| 5     | A1     | ХН 2216 1440 004 СК  | Креслення основного апарату                             | 1                |          |
| 6     | A1     | ХН 2216 1440 007 СК  | Креслення допоміжного обладнання                        | 1                |          |
| 7     | A1     | ХН 2216 1440 000     | Ілюстрація розрахунків економіко-організаційної частини | 1                |          |

|          |                   |       |      |                              |                                      |        |
|----------|-------------------|-------|------|------------------------------|--------------------------------------|--------|
|          |                   |       |      | ДП ХН 2216 1440              |                                      |        |
|          | ПІБ               | Підп. | Дата | Відомість дипломного проекту | Лист                                 | Листів |
| Розробн. | Пожеда Н.Р.       |       |      |                              | 1                                    | 1      |
| Керівн.  | Лопінський А.В.   |       |      |                              | НТУУ «КПІ»<br>Каф. ХТНР<br>Гр. ХН-22 |        |
| Консулт. |                   |       |      |                              |                                      |        |
| Н/контр. | Супрунчук В.І.    |       |      |                              |                                      |        |
| Зав.каф. | Толстопалова Н.М. |       |      |                              |                                      |        |

# **Пояснювальна записка до дипломного проекту**

на тему: Попереднє очищення води з використанням озонування для запобігання біобростанню

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка стор. 96; табл. 15; рис. 6; бібл. 20

В дипломному проекті розроблено технологію попереднього очищення води. Обґрунтовано вибір технологічної схеми з встановленням установки ультрафіолетового опромінення перед механічним фільтром, після стадією коагуляції і доочищення на стадії озонування. Вибрано вихідну сировину, допоміжні матеріали у відповідності з діючими стандартами та технічними умовами.

Обґрунтовано норми технологічних режимів, наведена технологічна схема та її опис. Розраховано і вибрано основне і допоміжне обладнання у відповідності з заданою потужністю виробництва.

Запропоновано схему автоматичного регулювання та контролю виробництва. Надано економіко-організаційний розрахунок з обґрунтуванням вибору методу попереднього очищення води. Розглянуто питання екологічної оцінки виробництва та техніки безпеки проведення виробничого процесу.

КОАГУЛЯЦІЯ, УЛЬТРАФІЛЬТРАЦІЯ, ОЗОНУВАННЯ, ОЧИЩЕНА ВОДА, БІООБРОСТАННЯ

|           |              |          |       |      |                                                                                  |  |  |                            |      |        |
|-----------|--------------|----------|-------|------|----------------------------------------------------------------------------------|--|--|----------------------------|------|--------|
|           |              |          |       |      | ДП ХН 2216 1440 ПЗ                                                               |  |  |                            |      |        |
|           |              |          |       |      |                                                                                  |  |  |                            |      |        |
|           | Лист         | № докум. | Підп. | Дата |                                                                                  |  |  |                            |      |        |
| Розроб.   | Пожеда       |          |       |      | Попереднє очищення води з використанням озонування для запобігання біообростанню |  |  | Лит.                       | Лист | Листів |
| Перев.    | Лапінський   |          |       |      |                                                                                  |  |  |                            | 5    | 96     |
|           |              |          |       |      |                                                                                  |  |  | НТУУ “КПІ”, ХТФ, гр. ХН-22 |      |        |
| Н. контр. | Супрунчук    |          |       |      |                                                                                  |  |  |                            |      |        |
| Затв.     | Толстопалова |          |       |      |                                                                                  |  |  |                            |      |        |

## РЕФЕРАТ

Пояснительная записка с.109 ; табл. 15 ; рис. 6 ; библи. 20 .

В дипломном проекте разработана технология предварительной очистки воды. Обоснован выбор технологической схемы с установлением установки ультрафильтрации перед механическим фильтром, после стадией коагуляции и доочистки на стадии озонирования. Выбрано исходное сырье, вспомогательные материалы в соответствии с действующими стандартами и техническими условиями.

Обоснованно нормы технологических режимов, приведена технологическая схема и ее описание. Рассчитано и выбрано основное и вспомогательное оборудование в соответствии с заданной мощностью производства.

Предложена схема автоматического регулирования и контроля производства. Предоставлено экономико-организационный расчет с обоснованием выбора метода предварительной очистки воды. Рассмотрены вопросы экологической оценки производства и техники безопасности проведения производственного процесса.

КОАГУЛЯЦИЯ, УЛЬТРАФИЛЬТРАЦИИ, ОЗОНИРОВАНИЕ,  
ОЧИЩЕННАЯ ВОДА, БИООБРАСТАНИЯ

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <i>ДП ХН 2216 1440 ПЗ</i> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                           | 6    |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           |      |

## ABSTRACT

Explanatory note p. 109 ; tabl. 15 ; pic. 6 ; libr. 20 .

In the thesis project prior technology of water purification. The choice of the technological scheme of the installation of mechanical filter before the ultrafiltration after stage coagulation and ozonation purification of the stage. Selected raw materials, auxiliary materials in accordance with the applicable standards and specifications.

Grounded technological standards regimes, given technological scheme and its description. Calculated and selected main and auxiliary equipment in accordance with a given power output.

The scheme of automatic control and production control is offered. Economical and organizational calculations with justification of a choice of a water desalting method are provided. The question of an ecological assessment of production and safety measures of carrying out production is considered.

COAGULATION, ULTRAFILTRATION, OZONATION, PURIFIED  
WATER, BIOFOULING

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <i>ДП ХН 2216 1440 ПЗ</i> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                           | 7    |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           |      |

## ЗМІСТ

Стор.

|                                                                                       |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ<br>І ТЕРМІНІВ.....            | 11 |
| ВСТУП.....                                                                            | 12 |
| 1 АНАЛІЗ МЕТОДІВ ОЧИЩЕННЯ ВОДИ.....                                                   | 13 |
| 1.1 КРИТИЧНИЙ АНАЛІЗ МЕТОДІВ ПОПЕРЕДНЬОГО ОЧИЩЕННЯ<br>ВОДИ.....                       | 13 |
| 1.2 КРИТИЧНИЙ АНАЛІЗ МЕТОДІВ ЗАПОБІГАННЮ<br>БІООБРОСТАННЯМ. ПРИРОДА БІООБРОСТАНЬ..... | 17 |
| 2 ОБГРУНТУВАННЯ ОБРАНОГО МЕТОДУ ПОПЕРЕДНЬОГО<br>ОЧИЩЕННЯ ВОДИ.....                    | 21 |
| 2.1 ЗНЕЗАРАЖЕННЯ ВОДИ МЕТОДОМ ОЗОНУВАННЯ .....                                        | 22 |
| 2.2 ЗНЕЗАРАЖЕННЯ ВОДИ МЕТОДОМ УЛЬТРАФІОЛЕТОВОГО<br>ВИПРОМІНЕННЯ.....                  | 25 |
| 2.3 ОЧИЩЕННЯ ВОДИ МЕТОДОМ КОАГУЛЯЦІЇ.....                                             | 27 |
| 3 ПРОЕКТ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ.....                                                     | 29 |
| 4 РОЗРАХУНОК ОСНОВНОГО АПАРАТА.....                                                   | 32 |
| 5 РОЗРАХУНОК ДОПОМІЖНОГО ОБЛАДНАННЯ.....                                              | 37 |
| 5.1 РОЗРАХУНОК БАКУ ДЛЯ НАКОПИЧЕННЯ ВОДИ.....                                         | 37 |
| 5.2 РОЗРАХУНОК НАСОСУ.....                                                            | 37 |
| 5.3 РОЗРАХУНОК ТА ВИБІР УЛЬТРАФІОЛЕТОВОЇ ЛАМПИ.....                                   | 40 |
| 5.4 РОЗРАХУНОК І ВИБІР ОЗОНАТОРА.....                                                 | 41 |
| 6 ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ВИРОБНИЦТВА.....                                                 | 42 |
| 6.1 АНАЛІЗ ДЖЕРЕЛ ТА РОЗРАХУНОК КІЛЬКОСТІ ВІДХОДІВ.....                               | 42 |
| 6.2 МОЖЛИВІ ВАРІАНТИ ПОГЛИБЛЕННОЇ ЕКОЛОГІЗАЦІЇ<br>ВИРОБНИЦТВА.....                    | 45 |
| 6.3 ЕКОЛОГІЧНИЙ МОНІТОРИНГ.....                                                       | 49 |
| 6.4 РОЗРАХУНОК ЕКОЛОГІЧНИХ ПЛАТЕЖІВ.....                                              | 49 |

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | ДП ХН 2216 1440 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    | 8    |

|       |                                                                                                                       |    |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 7     | ОПИС ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ЗАХИСТУ ОБЛАДНАННЯ ВІД БІООБРОСТАННЬ З ВИКОРИСТАННЯМ ОЗОНУ В ПОПЕРЕДНЬОМУ ОЧИЩЕННІ ВОДИ..... | 52 |
| 7.1   | АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ЯК ОБ'ЄКТА АВТОМАТИЗАЦІЇ.....                                                           | 53 |
| 7.2   | ОПИС РОЗРОБЛЕНОЇ СХЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ.....                                                                             | 55 |
| 8     | ЕКОНОМІКО-ОРГАНІЗАЦІЙНІ РОЗРАХУНКИ.....                                                                               | 58 |
| 8.1   | ОПТИМІЗАЦІЯ ВИДІВ РУХУ ПРЕДМЕТІВ ПРАЦІ.....                                                                           | 58 |
| 8.2   | ОРГАНІЗАЦІЙНА СТРУКТУРА ВІДДІЛУ.....                                                                                  | 60 |
| 8.3   | КОНТРОЛЬ ВИРОБНИЦТВА.....                                                                                             | 64 |
| 8.3.1 | ПОТОЧНИЙ КОНТРОЛЬ.....                                                                                                | 65 |
| 8.3.2 | ЗАКЛЮЧНИЙ КОНТРОЛЬ.....                                                                                               | 66 |
| 8.4   | БАЛАНС СПОЖИВАННЯ ОБОРОТНИХ ФОНДІВ НА ПІДПРИЄМСТВІ.....                                                               | 66 |
| 8.5   | ПАСПОРТ ЯКОСТІ.....                                                                                                   | 68 |
| 8.6   | КАЛЬКУЛЯЦІЯ НА ПРОДУКЦІЮ.....                                                                                         | 69 |
| 8.7   | РОЗРАХУНОК ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ВІДДІЛЕННЯ.....                                                             | 71 |
| 8.8   | ПОСАДОВА ІНСТРУКЦІЯ.....                                                                                              | 74 |
| 9     | ОХОРОНА ПРАЦІ.....                                                                                                    | 78 |
| 9.1   | ВИЯВЛЕННЯ ТА АНАЛІЗ ШКІДЛИВИХ І НЕБЕЗПЕЧНИХ ВИРОБНИЧИХ ФАКТОРІВ НА ПРОЕКТОВАНОМУ ОБ'ЄКТІ. ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ..... | 78 |
| 9.1.1 | ПОВІТРЯ РОБОЧОЇ ЗОНИ.....                                                                                             | 78 |
| 9.1.2 | ВИРОБНИЧЕ ОСВІТЛЕННЯ.....                                                                                             | 83 |
| 9.1.3 | ВИРОБНИЧИЙ ШУМ ТА ВІБРАЦІЇ.....                                                                                       | 85 |
| 9.1.4 | ЕЛЕКТРОБЕЗПЕКА.....                                                                                                   | 86 |
| 9.1.5 | БЕЗПЕКА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ТА ОБСЛУГОВУВАННЯ ОБЛАДНАННЯ.....                                                      | 87 |
| 9.2   | ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА.....                                                                                                  | 88 |

|                       |     |
|-----------------------|-----|
| ВИСНОВКИ.....         | 90  |
| ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ..... | 92  |
| ДОДАТОК А.....        | 95  |
| ДОДАТОК Б.....        | 102 |

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | ДП ХН 2216 1440 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                    | 10   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

ВПУ – водопідготовча установка;

ГДК – гранично - допустимі концентрації;

ГОСТ – державний стандарт (рос. Государственный стандарт);

ТУ – технічні умови;

ТЕЦ – теплоелектроцентрально;

ДнВС – Дніпровська водоочистна станція;

ЛКП - лактозопозитивні кишечні палички.

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <i>ДП ХН 2216 1440 ПЗ</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           | 11   |

## ВСТУП

Використання очищеної води набуло великого значення, адже вона застосовується в різних галузях промисловості. На сучасних ТЕЦ використовують воду високої якості з вмістом домішок у межах 0,1- 1,0 мг/кг.

Під час експлуатації ТЕЦ на його устаткуванні виникають відкладення з домішок, а саме органічних, що надходять у цикли електростанцій, тому забезпечення якості водяних носіїв є важливим завданням.

На сьогоднішній день глобально стоїть проблема очищення води від органічних сполук, так як вони становлять серйозну загрозу здоров'ю людини. І є причиною біообростань у трубопроводах.

Існує багато методів очищення стічних вод. Вибір раціональної схеми обробки води представляє значні труднощі, так як вихідна вода має безліч різноманітних домішок.

Для задоволення вимог до якості води, що споживається при виробленні теплової і електричної енергії, виникає необхідність спеціальної фізико-хімічної обробки природної води.

Метою дипломного проекту є інновація відділення попереднього очищення води озонуванням для запобігання біообростанню в устаткуванні на ТЕЦ.

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <i>ДП ХН 2216 1440 ПЗ</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           | 12   |

## 1. АНАЛІЗ МЕТОДІВ ОЧИЩЕННЯ ВОДИ

Необхідність обробки води виникає тоді, коли якість води природних джерел не задовольняє необхідні вимоги. Така невідповідність може бути тимчасовою чи постійною. Характер і ступінь невідповідності якості води джерела вимогам користувача зумовлює вибір методів обробки. Якщо при цьому можуть бути використані різні методи очищення, то вибір їх проводиться на основі техніко-економічних розрахунків.

Водоочищення - це комплекс технологічних процесів, які спрямовані на доведення якості води, що надходить у водопровід з джерела водопостачання, до встановлених показників.[1]

### 1.1 КРИТИЧНИЙ АНАЛІЗ МЕТОДІВ ПОПЕРЕДНЬОГО ОЧИЩЕННЯ ВОДИ

На сьогоднішній день існують такі методи як: механічні, фізичні, фізико-механічні, хімічні, фізико-хімічні, біологічні.

Механічна очистка складається з відстоювання в спеціальних резервуарах, відокремлення освітленої води від нерозчинних домішок з можливою їх утилізацією, фільтрування за допомогою піщаних фільтрів або спеціальних фільтрів. У цьому процесі отриману воду змішують з первинно забрудненою для її усереднення, тобто доведення концентрацій домішок до певних стандартів, які дозволяють скид у водойми або каналізацію.

Фізичні методи полягають у випаровуванні з метою отримання розчинних у воді речовин в кристалічному стані з їх подальшим використанням; обробка магнітним полем, яке зменшує утворення нерозчинних осадів, сприяє їх розрихленню.

Фізико-механічні методи базуються на застосуванні механічних пристроїв, що діють на законах фізики: флоатація, гіперфільтрація або зворотний осмос, ультрафільтрація, електродіаліз.

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <i>ДП ХН 2216 1440 ПЗ</i> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                           | 13   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           |      |

Флотація (англ. - плавучість) - метод, заснований на різній здатності прилипання частинок до поверхні розподілу двох фаз - вода та повітря і вода та тверда речовина (наприклад нерозчинні частинки). Через воду пропускають повітря у вигляді дрібних бульбашок, до поверхні яких прилипають тверді частинки, нафтопродукти і спливають на поверхню, де їх збирають спеціальними пристроями.

Ультрафільтрація - заснована на продавлюванні розчину з допомогою порівняно невеликого тиску через мембрани з порами, через які можуть рухатися молекули з невеликими розмірами - вода, іони солей і не можуть проникнути молекули великих розмірів - полімерів, колоїдів, отже вони відокремлюються. Мембрани виготовляють різної форми (листи, циліндри) з ефірів целюлози, поліамадів.

Гіперфільтрація - метод, в якому використовують також напівпроникні фільтри, але з дуже дрібними (молекулярних розмірів) порами, через які під дією великого тиску (від одного до десяти мільйонів Паскалей) продавлюються молекули води, а молекули солей лишаються з іншої сторони, де їх концентрація зростає.

Електродіаліз (гр. діаліз - розклад, відокремлення) - метод, в якому з допомогою спеціальних мембран, підключених в якості електродів до електричного постійного струму, відбувається переміщення солей. Вони накопичуються з одного боку мембрани, а де-мінералізована вода з іншого. Мембрани виготовляють з іонообмінних полімерів - аніонітів, катіонітів, здатних вибірково поглинати іони металів (катіони) і аніони (кислотні залишки). Електричний струм інтенсифікує процес переміщення через мембрани.

Хімічні методи засновані, на відміну вище розглянутих, на зміні хімічного складу речовин, зокрема на перетворенні водорозчинних сполук у

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <i>ДП ХН 2216 1440 ПЗ</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           | 14   |

газоподібні, нерозчинні, наприклад осади, які потім відокремлюють і утилізують або захоронюють. Ці методи вимагають великої кількості хімічних реактивів, а отже є затратними, економічно недоцільними.

Більш ефективні сучасні методи: коагуляція, флокуляція, екстракція, іонний обмін, сорбція, абсорбція, адсорбція, хемосорбція.

Коагуляція (лат. - згущення, згортання) - процес злипання дрібних частинок забруднювачів у більш крупні під дією коагулянтів - речовин, які зумовлюють процес - солі алюмінію, заліза, кальцію, магнію, цинку, вуглекислого газу. Процес залежить від знаку і величини заряду на частинках забруднювача. Різновидом є електрокоагуляція, яку проводять в спеціальних ємностях з електродами, через які з розрахованою швидкістю протікає вода. Коагуляція відбувається під дією гідроксиду заліза, утвореного з електродів під дією електричного струму. Це дуже економічний, ефективний метод для відділення нафтопродуктів.

Флокуляція - процес, подібний до коагуляції, але зумовлений дією молекул з відносно великими розмірами - кремнієва кислота, ефіри, крохмаль, целюлоза, синтетичні полімери - поліакриламід, поліоксиетилен, поліетиленамін.

Сорбція (лат. - поглинати) - метод, заснований на здатності деяких речовин (деревне вугілля, активоване вугілля, кокс, торф, глина) поглинати інші речовини - газоподібні, рідинні за рахунок власних пор. Від кількості та розмірів пор залежить ефективність процесу.

Абсорбція - поглинання шкідливої речовини всією масою речовини абсорбенту без хімічної зміни поглинутої речовини.

Адсорбція - поглинання шкідливої речовини тільки поверхнею адсорбенту за рахунок молекулярних сил поверхонь речовин, які взаємодіють

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

*ДП ХН 2216 1440 ПЗ*

Арк.

15

без хімічного перетворення обох речовин. Хемосорбція - процес поглинання забруднювача із його хімічною зміною. Всі типи сорбції проводять у спеціальних пристроях колонного типу, заповнених поглиначем.

Екстракція (лат. - витягувати, вилучати) - процес вилучення із стічних вод, як правило, органічних шкідливих речовин, наприклад фенолу, з допомогою екстрагентів - речовин, які вилучають (розчиняють в собі) шкідливу домішку. Реагенти не повинні розчинятися у воді, бути нетоксичними, пожежовибухонебезпечними, їх густина повинна відрізнятися від густини води, повинні легко регенеруватися, вивільнюючи поглинуту речовину, наприклад при нагріванні.

Іонний обмін базується на здатності іонообмінних смол-полімерів поглинати катіони або аніони з розчину. Широко застосовується на теплових електростанціях, котельнях для зменшення жорсткості води (мг-екв/дм<sup>3</sup>), яка зумовлена концентрацією іонів металів - кальцію, магнію, заліза, цинку та інших важких металів. Використовують у гальванічних виробництвах для поглинання іонів заліза, цинку, кадмію, срібла, золота та інших важких металів із стічних вод.

Біологічні методи очистки застосовують з використанням спеціальних штамів, рас мікроорганізмів, які строго специфічно здатні поглинати певні речовини - неорганічні, наприклад важкі метали, органічні - нафтопродукти. Процес ведуть в присутності повітря - аеробні мікроорганізми, або без повітря - анаероби в спеціальних пристроях - аеротенках, біотенках, на спеціальних територіях - полях фільтрації.

Отже існує багато сучасних методів, пристроїв, здатних очищати стічні води. Використання певного з них залежить від складу забруднень у воді, подальшого її використання та виділених речовин.[1]

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <i>ДП ХН 2216 1440 ПЗ</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           | 16   |

## 1.2 КРИТИЧНИЙ АНАЛІЗ МЕТОДІВ ЗАПОБІГАННЯ БІОБРОСТАННЯМ. ПРИРОДА БІОБРОСТАНЬ

Біологічне обростання мереж і споруд систем водопостачання створює конфлікт між життєдіяльністю, властивою водним мікроорганізмам, і ефективним функціонуванням поверхонь, що омиваються водою, яке є природним місцем існування цих організмів. Цей конфлікт раціональніше всього вирішувати не шляхом боротьби з природою, а методами виборчого попередження обростання і пошкодження кожного окремого обладнання в залежності від положення його в системі водопостачання.

У ряді випадків для попередження утворення обростань необхідна відповідна обробка води. При виборі джерела водопостачання завжди необхідно з'ясувати, якою мірою і якого роду обростання можуть утворюватися при подальшому його використанні. Необхідні для цього відомості можна отримати шляхом гідробіологічного обстеження планованого вододжерела [2].

Основним джерелом питної і технологічної води для України є р. Дніпро. Середньорічні показники кольоровості та каламутності дніпровської води перебувають у межах, відповідно, 50...80 град та 0,2...9,1 мг/дм<sup>3</sup>.

Вихідна якість води формується у верхів'ях Дніпра під впливом поліських боліт, які постачають більшу частку високомолекулярних гумусних речовин. У складі останніх переважають фульвокислоти, вміст яких у 20...40 разів вищий, ніж вміст гумінових кислот. У завислому стані перебувають нерозчинні гумусові речовини, гумінові- й фульвокислоти знаходяться в колоїдному та істинно розчинному станах.

Кольоровість дніпровської води визначається органічними речовинами, генетично пов'язаними з ґрунтовим гумусом. Кольоровість суттєво ускладнює роботу станції. Якби масштабні дослідження на ДнВС не проводились, вони так чи інакше пов'язані з кольоровістю та органікою, що її визначає. Показник кольоровості та вміст гумусових речовин корелюються з

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | ДП ХН 2216 1440 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    | 17   |

показником перманганатної окисності, який відображує наявність органіки, що легко окислюється. Встановлено, що кольоровість залежить не тільки від вмісту гумінових сполук, але й від ступеню їх агрегації, участі в процесах утворення комплексів з металами, кислотності й температури води. Знайдена пряма залежність між кольоровістю та вмістом фульвокислот і заліза, причому останнє переважно перебуває у вигляді комплексних сполук із тими ж фульвокислотами. [3]

Якість води Дніпра в межах України в основному відповідає II класу поверхневих джерел водопостачання. Результати лабораторних досліджень води свідчать, що більшість органолептичних, фізико-хімічних показників не перевищують нормативні рівні. Найчастіше виявляються перевищення санітарних нормативів за показниками органічного та біологічного забруднення (індекс ЛКП, коліфаги), низки специфічних речовин органічного походження (нафтопродукти, феноли), заліза та марганцю. У літній період (до серпня) відмічається явища "цвітіння". Процеси самоочищення у водосховищах відбуваються задовільно, про що свідчать дані санітарно-бактеріологічних досліджень. Значний об'єм стічних вод, в тому числі і недостатньо очищених, що скидаються у Дніпро, призводить до забруднення води умовно патогенними бактеріями та вірусами. Особливо погіршується якість води за мікробіологічними показниками у повінь. Кількість коліфагів перевищувала норму у 2 - 10 разів [4].

У числі заходів, що застосовуються для запобігання біообростанню, широко використовується:

- купоросіння в зоні водозабору (вводять в воду мідний купорос від одного до чотирьох разів протягом періоду цвітіння, який може тривати кілька тижнів, в дозі 0,1-0,7 мг / дм<sup>3</sup>);
- мікрофільтрація перед надходженням води на споруди;
- використання флокулянтів для підвищення ефекту осадження мікроорганізмів;

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <i>ДП ХН 2216 1440 ПЗ</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           | 18   |

- проведення знезараження з обов'язковим дотриманням контакту оброблюваної води, наприклад, з хлором або озоном, видалення органічних речовин і т.д.

Концентрація органічного вуглецю в воді, як розчиненого, так і в пов'язаних, колоїдних формах - один з найважливіших чинників зростання біоплівок. Цей параметр вважають визначальним для біологічної стабільності води. Очевидно, важливу роль для формування біоценозів обростання грає так само вміст у воді інших поживних речовин. Обмеження зростання маси біообростання шляхом видалення із середовища поживних речовин, являє собою найважливішу стратегію боротьби з ними. Тому, теоретичне обґрунтування розробки ефективних методів боротьби з біообрастаннями в системах водопостачання має ґрунтуватися на вивченні впливу біогенних елементів на мікробний склад біообростання і їх інтенсивність.

Для боротьби з обростаннями в резервуарах велике значення мають такі прості профілактичні заходи, як своєчасна і ретельна промивка та дезінфекція.

Знезараження води в резервуарі, по можливості, необхідно проводити при повному його заповненні, з метою запобігання вторинного інфікування води мікроорганізмами, адсорбованими на стінках резервуара вище рівня води.

Як показали дослідження на діючих резервуарах, промивка з брандспойта забезпечує видалення слизу і обростань з поверхонь резервуарів тільки в місцях безпосередньо спрямованого струменя. Там, де поверхня обробляється розмитим струменем, змив обростань буває неповним. Особливо це стосується обростань, утворених залізо і сіробактеріями, для зняття яких потрібна обробка скребками.

Змив обростань з поверхонь в значній мірі залежить від якості обробки конструкцій резервуара. Чим менше гладка поверхня, тим більше вона містить шоркуватостей, тим менш ефективно відбувається видалення з неї

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <i>ДП ХН 2216 1440 ПЗ</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           | 19   |

органічних речовин при промиванні, тим більша кількість мікроорганізмів залишається на стінах, перегородках, колонах.

Подальша дезінфекція резервуара хлором в дозах 50-70 мг/дм<sup>3</sup> при експозиції 24 год вбиває мікрофлору і гідробіонтів, які перебувають в поверхневому шарі залишених обрастань, руйнує слизові плівки обрастань, і вони легше змиваються з поверхонь резервуара. Мікроорганізми, що розвинулися в поглибленнях, порах, нерівностях стін, зберігають життєздатність. Більш того, отримуючи доступ до органічних речовин, які під впливом хлору переводяться в легко засвоювану для них форму, вони можуть дати спалаху зростання.

Найважливішим джерелом поживних речовин для мікроорганізмів є хімічні сполуки, що виділяються в середину обрастань поверхні. Даний факт досліджений із застосуванням в якості обрастань, поверхонь пластмас. Однак, це характерно також і для мінеральних матеріалів. Наприклад, залишки органічних речовин на цементних поверхнях призводять до посиленого росту біоплівок. Органічні складові цементу також можуть бути використані в якості харчування для росту біоплівок, навіть якщо вони спочатку знаходяться в зв'язаному стані з лужною матрицею цементу і зустрічаються там тільки в невеликих концентраціях (0,2 - 0,5%). Вони вивільняються шляхом абіотичних корозійних процесів і стимулюють зростання мікроорганізмів.

Залежність біологічного обрастання від хімічного складу матеріалів, використовуваних в системах водопостачання, є основним фактором для правильного підбору останніх. Важливість його, як вказувалося вище, полягає в тому, що певні хімічні сполуки можуть дифундувати з матеріалу в середовище і надавати активуючи або інгібуючи вплив на зростання біоплівки [2].

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | ДП ХН 2216 1440 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    | 20   |

## 2 ОБГРУНТУВАННЯ ОБРАНОГО МЕТОДУ ПОПЕРЕДНЬОГО ОЧИЩЕННЯ ВОДИ

В даному проекті розглянуто такі процеси, як ультрафільтрація, озонування і коагуляція.

На сьогоднішній день в практиці водопостачання широко застосовуються три метода знезараження води: хлорування, озонування та опромінення води короткохвильовими ультрафіолетовими променями. Безумовно, всі три метода забезпечують високу ефективність дезінфекції питної води. Але кожен метод має як свої переваги, так і свої недоліки. Так широко застосовуваний метод дезінфекції води за допомогою хлору забезпечує достатній рівень знезараження, але при цьому хлор є дуже токсичною речовиною, яка приводить до забруднення води стійкими хлорорганічними сполуками. Попадаючи у питну воду хлорорганічні сполуки приводять до отруєння організму людини і виникненню хронічних захворювань серцево – судинної та ендокринної системи, розвитку онкологічних захворювань та інотруєння води токсичними речовинами.

Метод обробки води озоном виявляється дуже дорогим і складним в експлуатації.

Метод знезараження води за допомогою ультрафіолетового опромінення не забезпечує так звану «бактерицидну післядію». Тобто вода, яка була знезаражена ультрафіолетовими променями, при транспортуванні на значну відстань по зношених трубопроводах, може бути вдруге забруднена мікроорганізмами, які попадають в порожнину трубопроводів через нещільності водопровідної арматури або через тріщини в стінках цих трубопроводів.[5]

Тому для попередження біообростань, в технологічній схемі вибраний хімічний метод знезараження, з використанням озону і ультрафіолетового опромінення.

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <i>ДП ХН 2216 1440 ПЗ</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           | 21   |

## 2.1 ЗНЕЗАРАЖЕННЯ ВОДИ МЕТОДОМ ОЗОНУВАННЯ

Озонування - найбільш перспективний метод знезараження води у зв'язку із здешевленням електроенергії, необхідної для отримання озону в спеціальних апаратах (озонаторах). Повітря, що проходить через озонатор, піддається впливу електричного розряду високої напруги, завдяки якому значна частина кисню повітря ( $O_2$ ) перетворюється в озон ( $O_3$ ). З озонатора повітря, збагачене озоном, направляється в резервуари, де змішується з водою, підлягає знезараженню. Бактерицидну дію озону пов'язано з розкисленням молекули озону і віддачею атома кисню, що супроводжується появою у воді окисного потенціалу, значно більш високого, ніж при хлоруванні. При контакті з водою протягом 8-15 хв. кількість  $O_3$ , необхідної для знезараження води, залежить від ступеня забруднення, складу і властивостей води і коливається від 1 до 6 мг/дм<sup>3</sup> і більше. Для досягнення надійного ефекту знезараження доза залишкового озону у воді має на 0,3-0,5 мг/дм<sup>3</sup> перевищувати озонопоглинаємість води.

Надлишок озону у воді не викликає неприємних запахів і присмаку у воді; навпаки, озонування вельми істотно покращує її органолептичні властивості. Тому, з гігієнічної точки зору озонування є одним з найкращих методів знезараження води. Недоліки знезараження води озоном; велика витрата електроенергії, складність апаратури, необхідність кваліфікованого технічного нагляду. [6]

Швидкість розпаду зростає із збільшенням солевмісту, значення рН і температури води. Присутність металів і окислювачі (хлор, бром тощо) призводить до прискорення його деструкції. Озон має високий окиснювально-відновлювальний потенціал -  $E_0$  - +2,07В, що є головною причиною його активності по відношенню до різного роду забруднень води.

Озон - дуже ефективний реагент, який застосовується при очищенні води від фенолів та ін органічних сполук, при знезараженні води, що містить патогенні бактерії і різні віруси, а також для запобігання розвитку у воді

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | ДП ХН 2216 1440 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                    | 22   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

сапрофітних бактерій, водоростей, грибів тощо. Приблизна потреба в озоні, мг/ дм<sup>3</sup>, становить при очищенні води: підземної - 0,5-1, поверхневої - 2-3, забрудненої джерельної - 2,5 – 5, високоцвітної - 3-6. Для досягнення задовольняють санітарні норми показників знезараження побутової стічної води, якої необхідна доза озону становить 6,5-11 мг/ дм<sup>3</sup>. [7]

Метод очищення стічних вод від органіки, наприклад такої як барвники за допомогою озонування, так як сильна окисна дія озону обумовлена утворенням в процесі розкладу озону, атомарного кисню за реакцією (1).



У водних розчинах атомарний кисень здатен до утворення радикалів, реакція 2.



Для покращення протікання реакції (2) застосовують каталізатори. В якості каталізатора використовують фенол, бензойну кислоту і додецилбензолсульфанова кислота, нонілфенол або крезол. Використовуючи систему  $\text{O}_3 + \text{kat}$  при цьому досягається ступінь вилучення барвника на 86-90%.

Можна в цій системі використовувати різні каталізатори, такі як: нерозчинні у воді  $\text{TiO}_2$ , розчинні  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  і гідроксіфталеїд.

Гідроксіфталеїд представляє собою органічну речовину (рисунок 2.1) здатну до генерації радикалів (3).

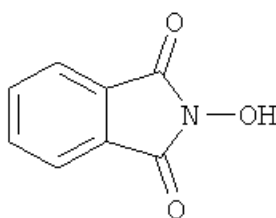
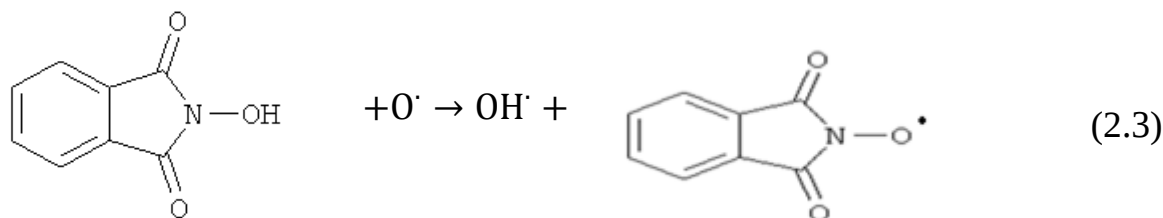


Рисунок 2.1 – Структурна формула гідроксіфталеїда.



Ступінь очищення води (озон + каталізатор) від барвника «Активного яскраво блакитного», здійснено поглинанням при довжині хвилі 540 нм з товщиною шару 10 мм. Вихідна концентрація барвника 0,04 г/ дм<sup>3</sup>. Де за допомогою реакції (4) можна побачити залежність ступеня очищення.[Додаток Б]

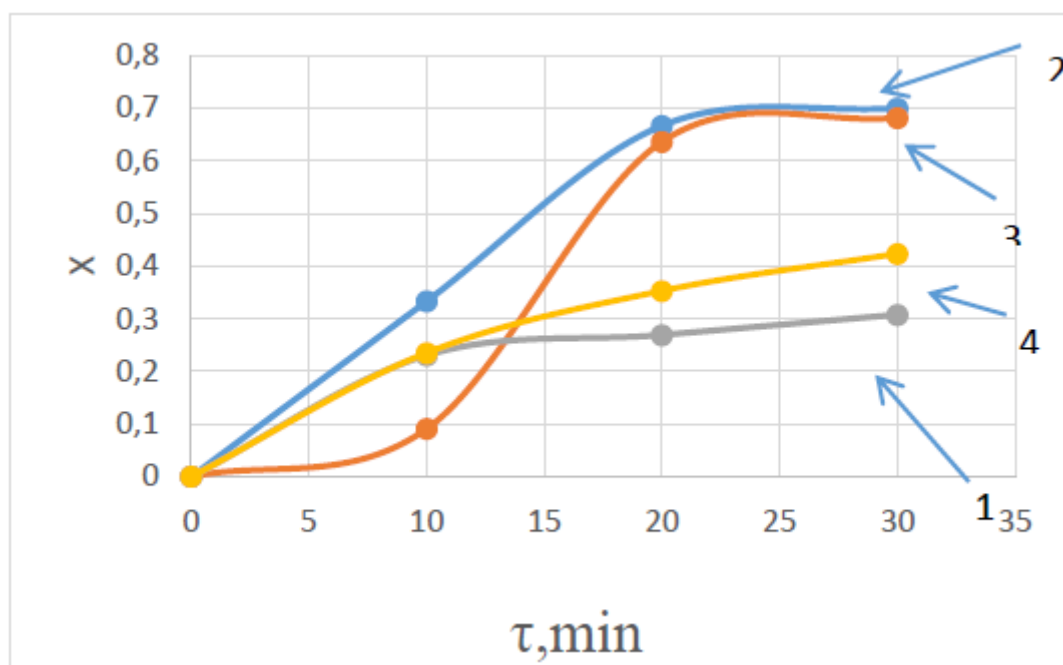
$$X = \frac{A_0 - A_i}{A_0}, \quad (2.4)$$

де X- ступінь очистки, (долі одиниці);

A<sub>0</sub> –оптична густина вихідного розчину барвника;

A<sub>i</sub> –оптична густина в кожен момент часу.

На рисунок 2.2 можна побачити залежність ступеня очищення води від часу контакту з озоном і каталізатором.



1– чистий барвник+гідроксіфтолемід; 2 – чистий барвник; 3 – чистий барвник+TiO<sub>2</sub>; 4 – чистий барвник+FeSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O.

Рисунок 2. 2 – Ефективність очистки води комбінованим методом.

## 2.2 ЗНЕЗАРАЖЕННЯ ВОДИ МЕТОДОМ УЛЬТРАФІОЛЕТОВОГО ВИПРОМІНЕННЯ

Ультрафіолетові хвилі – це електромагнітні хвилі довжиною від десяти до сорока нм. Випромінювання може бути ближнім, середнім і далеким. Для знезараження води за допомогою ультрафіолетового випромінювання використовуються хвилі середньої довжини від 280 до 315 нм.

Ультрафіолетове випромінювання виявляється згубним для більшості мікроорганізмів, які присутні у воді. Особливо небезпечними ультрафіолетові промені виявляються для бактерій і вірусів, які збуджують такі небезпечні захворювання, як дизентерія, холера, тиф, туберкульоз, вірусний гепатит, поліомієліт та інші. Слід зауважити, що хлорування води, на відміну від ультрафіолетового опромінення знезараження, далеко не завжди є надійним бар'єром для розповсюдження вірусних захворювань. Ультрафіолетове знезараження води здійснюється за рахунок прямої дії ультрафіолетових променів на клітинну та молекулярну структуру мікроорганізмів, викликаючи їх загибель.

Знезараження стічної води за допомогою ультрафіолетових променів здійснюється без внесення в воду будь – яких шкідливих хімічних сполук. Єдиною умовою застосування метода ультрафіолетового знезараження є правильно вибрана доза УФ випромінювання, тобто кількість ультрафіолетової енергії, яка необхідна для знищення мікроорганізмів, що знаходяться у воді.

Для забезпечення високої ефективності знезараження доза ультрафіолетового випромінювання повинна бути вибрана з урахуванням прозорості води, тобто з врахуванням ступеня її попереднього очищення. На прозорість води значно впливає наявність у воді звислих речовин та присутність у воді органічних сполук (фенол, нафтопродукти та ін.). На рисунку 2.3 приведена узагальнена залежність коефіцієнту поглинання ультрафіолетового випромінювання  $\alpha$  в залежності від наявності у воді звислих речовин.

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | ДП ХН 2216 1440 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                    | 25   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

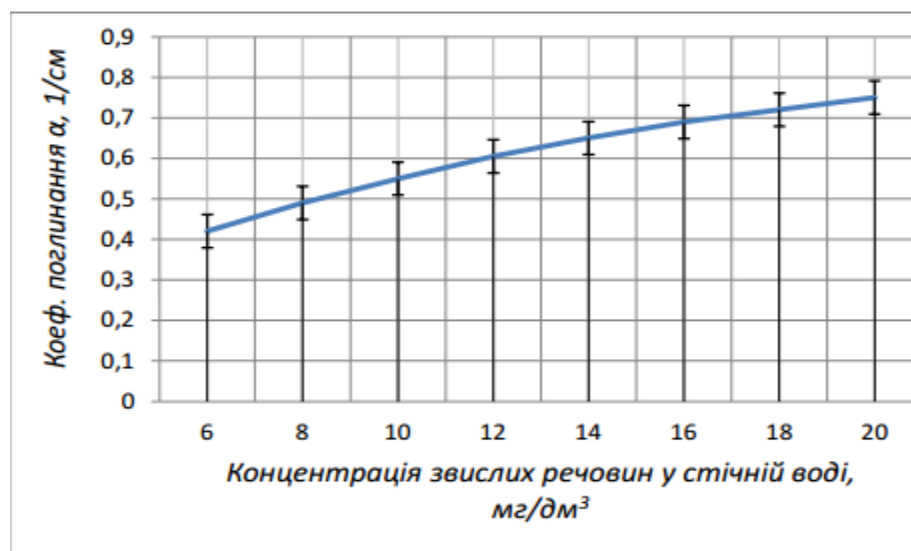


Рисунок 2.3. Залежність коефіцієнту поглинання ультрафіолетового випромінювання  $\alpha$  в залежності від наявності у стічній воді звислих речовин.

Вимірювання проводилися на довжині хвилі ультрафіолетового випромінювання  $\lambda = 253,7$  нм.

Коефіцієнт поглинання  $\alpha$  характеризує кількість ультрафіолетової енергії, яка була поглинута водою, при проходженні ультрафіолетових променів через шар води і розраховується за формулою:

$$E_1 = E_0 \cdot e^{-\alpha \cdot x}, \quad (2.5)$$

$$\alpha = -\frac{1}{x} \cdot \ln \frac{E}{E_0}, \quad (2.6)$$

де  $\alpha$  – коефіцієнт поглинання ультрафіолетового випромінювання,  $\text{см}^{-1}$ ;

$x$  – товщина шару води, см;

$E_0$  – інтенсивність ультрафіолетового випромінювання на поверхні води,  $\text{мВт/см}^2$  ;

$E_1$  – інтенсивність ультрафіолетового випромінювання після проходження шару води завтовшки  $x$  см.

Величину поглинутої енергії ультрафіолетового випромінювання (для занурених у воду ультрафіолетових ламп) можна визначити як різницю між енергією, яка була випромінена ультрафіолетовими лампами і енергією, яка пройшла через шар води товщиною  $x$  см. При проходженні ультрафіолетових

променів через шар води товщиною  $x$  см, буде поглинуто ультрафіолетової енергії:

$$D = E \cdot t = (E_0 - E_1) \cdot t = E_0 (1 - e^{-\alpha x}) \cdot t, \quad (2.7)$$

Кількість поглинутої енергії  $D$  іноді називають ультрафіолетовою дозою, або дозою УФ випромінювання. Інтенсивність ільтрафіолетового випромінювання  $E_0$  і коефіцієнт поглинання ультрафіолетового випромінювання  $\alpha$  є дуже важливими параметрами при виборі типу ультрафіолетової установки для знезараження будь – яких вод, особливо стічних. Чим менше величина коефіцієнту поглинання  $\alpha$ , тобто чим чистіша вода, тим менша потужність ультрафіолетового випромінювання потрібна для знезараження води. [7]

### 2.3 ОЧИЩЕННЯ ВОДИ МЕТОДОМ КОАГУЛЯЦІЇ

Нині в процесах водопідготовки широко використовується коагуляція. Її використовують для зниження вмісту завислих і колоїдно-дисперсних домішок під дією сил тяжіння. Проте домішки, які обумовлюють каламутність і кольоровість природних вод, мають малі розміри і їх осадження відбувається надзвичайно повільно. Дрібнодисперсні колоїдні частинки ще більше ускладнюють процес осадження. Тому для прискорення процесів відокремлення вказаних домішок шляхом осадження, фільтрування або флотації здійснюють їх коагуляцію.

Коагуляцією домішок води називають процес агломерації найдрібніших колоїднодисперсних частинок, що відбувається внаслідок їх взаємного злипання. Коагуляція завершується утворенням крупних агрегатів-пластівців, які відокремлюються від води, що очищується.

Завислі домішки води в більшості випадків мають однакові заряди, що обумовлює виникнення міжмолекулярних сил відштовхування і їх агрегативну стійкість. У технології підготовки води прагнуть порушити агрегативну стійкість домішок і в результаті здійснити повне або часткове їх видалення. Це досягається додаванням до води коагулянтів: сульфатів

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | ДП ХН 2216 1440 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    | 27   |

алюмінію, феруму (II і III), хлориду алюмінію і феруму (III), алюмінату натрію, оксохлориду алюмінію, гідроксосульфату алюмінію, гідроксосульфату алюмінію або інших речовин, які сприяють порушенню агрегативної стійкості [8].

Воду, що очищується, підлугуюють, якщо лужний резерв недостатній для задовільного гідролізу коагулянтів. Для підлугування води і зв'язку утвореного під час гідролізу агресивного оксиду вуглецю (IV) застосовують гідроксид і карбонат натрію, карбонат кальцію і вапно, а також в невеликих кількостях аміак і аміачну воду. В процесі підлугування значення рН підтримують в межах 6,5 ... 7,5. Це сприяє зменшенню залишкового вмісту алюмінію і заліза в очищеній воді і зменшенню їх корозійних властивостей.

Одним з найбільш істотних параметрів технологічного процесу очищення води коагуляцією є доза коагулянта і порядок введення реагентів. Її оптимальна величина залежить від властивостей дисперсної системи (води, що очищується): температури, кількості завислих і колоїднодисперсних речовин, кольоровості, йонного складу дисперсного середовища, значенням рН та інших фізико-хімічних показників. В разі недостатнього дозування коагулянта або його неправильного введення у воду, що очищується, не досягають необхідного ефекту очищення, а в разі його надлишку – поряд з перевитратою – дорогого реагенту в деяких випадках може погіршитись коагуляція.

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <i>ДП ХН 2216 1440 ПЗ</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           | 28   |

### 3 ПРОЕКТ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ

Вибір технологічного процесу зумовлений якістю води. Це забезпечує надійну і економічну роботу ТЕЦ.

Природні води звичайно містять наступні домішки:

- механічні (пісок, глина, мул), додаючи їй каламутного вигляду;
- колоїдні (речовини органічного походження продукти розпаду тваринних і рослинних організмів, а так само мінерального походження у вигляді з'єднань кремнію, заліза, алюмінію);
- розчинені у воді солі натрію, кальцію, магнію і інших;
- розчинені у воді гази – кисень, азот, вуглекислота, сірководень.

Основними показниками якості води представленні в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Показники якості води

| Показники               | Значення                          |
|-------------------------|-----------------------------------|
| Жорсткість              | 1,8 – 2,2 мг-екв/ дм <sup>3</sup> |
| Лужність                | 0,9 – 1,2 мг-екв/ дм <sup>3</sup> |
| Вміст сполук заліза     | $\leq 0,3$ мг/дм <sup>3</sup>     |
| Вміст органічних сполук | $\leq 10$ мг/ дм <sup>3</sup>     |
| Прозорість «хрестом»    | $\geq 30$ см                      |
| Значення рН             | 9,9 – 10,1                        |

Поставлені завдання, а саме усунення біооброствань, вирішуються наступним чином.

Очищення стічної води починається з фізичного очищення, а саме опроміненням води ультрафіолетом 1, де вхідна вода підігрівається до 19 °С. Треба відзначити, що це актуальний і сучасний метод очищення води, який масово застосовується на великих об'єктах водоочищення. В процесі очищення води опроміненням знищуються всі шкідливі мікроорганізми, а

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | ДП ХН 2216 1440 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    | 29   |

вода при цьому не обробляється шкідливими для здоров'я хімікатами. Після ультрафіолету вода накопичується в накопичувальному баку 2.

Потім вода переходить на фізико-хімічну обробку, де першим етапом є попереднє очищення – попередня обробка вхідної води реагентами в освітлювачі 3 і потім фільтрування обробленої води через механічні фільтри 4 і 5. Процес фільтрування води після освітлювача здійснюється на установці фільтрування, яка включає каскад фільтрів і призначена для видалення із обробленої води (повно або частково) завислих речовин і колоїдних шляхом фільтрування її через шар фільтрувального матеріалу фільтрів. Освітлена вода накопичується в накопичувальному баку 6[8].

Заключною стадією підготовки підживлювальної води є хімічна обробка, а саме озонування + ультрафіолетове опромінення в апаратх 8 і 9, де насосом 7 подається напруга в озонатор, для повного обеззараження води. Так як, фотоліз озону у водних розчинах виробляє безпосередньо пероксид водню, яка ініціює подальше розкладання залишкового озону в гідроксильні радикали при наступному механізмі:

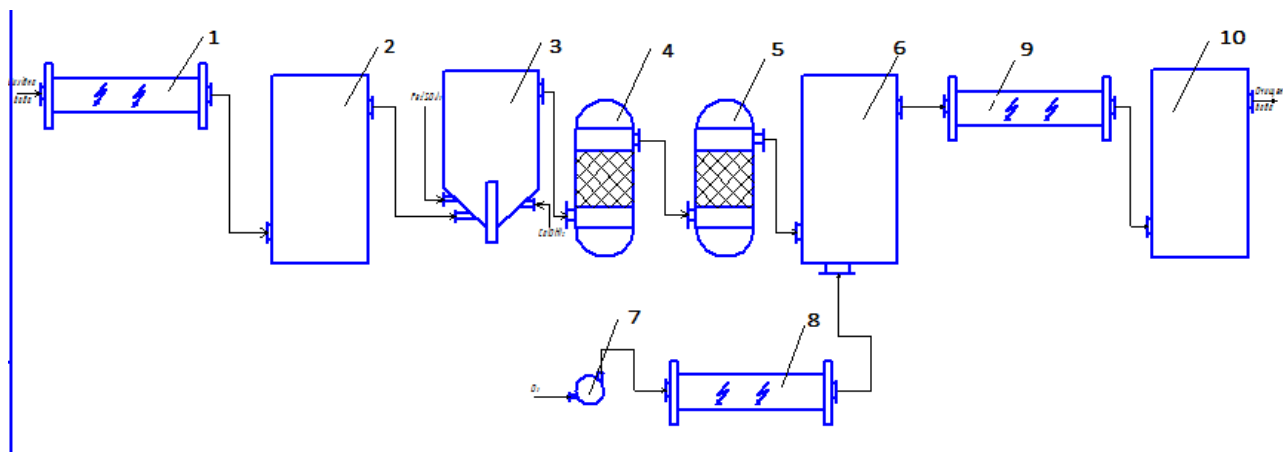


Ультрафіолетове випромінювання, яке використовується в цьому способі, може спричинювати деградацію деяких сполук від прямого фотолізу або може робити їх більш чутливими до атаки гідроксильного радикала [7].

Очищена вода накопичується в накопичувальному баку 10 і далі подається у трубопроводи.

Розглянемо технологічну схему попереднього очищення природної води, яка представлена на рисунку 3. 1.

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | ДП ХН 2216 1440 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    | 30   |



1, 9 – ультрафіолетова лампа; 2, 6, 10 – накопичувальний бак; 3 – освітлювач; 4, 5 – механічний фільтр; 7 – насос; 8 – озонатор.

Рисунок 3.1 – Технологічна схема попередньої очистки води з використанням озонування для запобігання біобіотрань

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

ДП ХН 2216 1440 ПЗ

Арк.

31

#### 4 РОЗРАХУНОК ОСНОВНОГО АПАРАТА

Загальна площа фільтрування  $F_{\phi}$ ,  $m^2$ , визначається за формулою формулою:

$$F_{\phi} = Q / (T \cdot v_n - 3,6 \cdot n \cdot \omega \cdot t_1 - n \cdot t_2 \cdot v_n),$$

де  $Q$  – розрахована продуктивність станції,  $m^3/\text{добу}$ ;

$T$  – тривалість роботи станції на протязі доби, год;

$v_n$  – розрахункова швидкість фільтрування при нормальному режимі,  $m/\text{год}$  (приймається по таблиці 10.1[9]);

$n$  – число промивок кожного фільтра на добу при нормальних робочих умов (приймається 2);

$\omega$  – інтенсивність промивки фільтра,  $л/с \cdot m^2$  (приймається за таблицею 10.1[9]);

$t_1$  – тривалість промивки, год 0,133;

$t_2$  – час простою фільтра у зв'язку з промиванням, приймається при водній промивці 0,33 год.

$$F_{\phi} = 4471 / (24 \cdot 5 - 3,6 \cdot 2 \cdot 15 \cdot 0,133 - 2 \cdot 0,33 \cdot 5) = 43,7 m^2$$

Число промивок  $n$  залежить від тривалості фільтроцикла (тобто часу роботи фільтра між промивками), яка приймається при нормальному режимі 8 - 10 годин.

Кількість фільтрів на станціях продуктивністю більше  $1600 m^2/\text{добу}$  повинна бути не менше 4. На станціях меншої продуктивності допускається приймати меншу кількість фільтрів. Орієнтовно кількість фільтрів може бути обчислено за формулою:

$$N_{\text{тм}} = \sqrt{\frac{F_{\text{тм}}}{2}}, \text{ шт,}$$

де  $F_{\phi}$  - площа одного фільтра. Приймається типовий осередок фільтра з розмірами в осях 4,5х23; в світлі 2,1х4,3  $m^2$ .

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | ДП ХН 2216 1440 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                    | 32   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

$$N_{\phi} = \sqrt{\frac{43,7}{2}} = 3,5 \approx 4 \text{ шт} + 1 \text{ резерв}$$

Таблиця 4.1 – Параметри механічних фільтрів

| Тип фільтру                 | Характеристика фільтруючого слою |                        | Швидкість фільтрування, м/год         |                                            | Інтенсивність водяної промивки, $\text{дм}^3/\text{с} \cdot \text{м}^2$ | Час промивки, $t_1$ , хв | Відносне розширення, $\lambda$ , % |
|-----------------------------|----------------------------------|------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|--------------------------|------------------------------------|
|                             | Діаметр зерна, $d_3$ , мм        | Висота слою, $H_3$ , м | При нормальному режимі, $v_n$ , м/год | При форсованому режимі, $v_{\phi}$ , м/год |                                                                         |                          |                                    |
| Одношарові пісчанні фільтри | 0,5 – 1,2                        | 0,7–0,8                | 5- 6                                  | 6 – 7,5                                    | 12 – 15                                                                 | 6– 5                     | 45                                 |

Швидкість фільтрування при форсованому режимі  $v_{\phi}$ , м/год, визначається за формулою:

$$v_{\phi} = v_n \cdot [N / (N - N_1)], \text{ м/год,}$$

де  $N_1$  - кількість фільтрів, які перебувають в ремонті (при кількості фільтрів на станції до 20  $N_1 = 1$ , при кількості фільтрів на станції  $> 20$   $N_1 = 2$ ),

$v_n$  - швидкість фільтрування при нормальному режимі, що дорівнює 5 м/год.

$$v_{\phi} = 5 \cdot [4 / (4 - 1)] = 6,7, \text{ м/год.}$$

Якщо обчислене значення  $v_{\phi}$  буде більше допустимого (див. Табл. 10.1 [9]), слід прийняти менше значення  $v_n$  і зробити відповідні перерахунки. Отримане значення  $v_{\phi}$  менше допустимого, то приймаємо це значення і перерахунок робити не потрібно.

|      |      |          |        |      |                    |  |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|--|------|
|      |      |          |        |      | ДП ХН 2216 1440 ПЗ |  | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |  | 33   |

При числі фільтрів менш шести та режим роботи їх з постійною швидкістю фільтрування над прийнятим рівнем води в фільтрах слід передбачати додаткову висоту шару води  $H_{\text{доп}}$ , м, необхідну для прийому води при виключенні фільтра на промивання:

$$H_{\text{доп}} = W / \Sigma F_{\text{ф}}, \text{ м},$$

де  $\Sigma F$  - сумарна площа споруд, в яких відбувається накопичення води,  $\text{м}^2$ ;

$W$  - об'єм води, що накопичується за час простою промивного фільтра:

$$W = F_1 \cdot v_n \cdot t_2 = 10,9 \cdot 5 \cdot 0,33 = 18,01 \text{ м}^3;$$

$$H_{\text{доп}} = 18,01 / 43,7 = 0,413, \text{ м},$$

Повна висота фільтра  $H_{\text{ф}}$ , м, визначається за формулою:

$$H_{\text{ф}} = H_{\text{др}} + H_3 + H_{\text{в}},$$

де  $H_{\text{др}}$  - висота дренажного шару, м;

$H_3$  - прийнята по табл. 10.1 [8] висота фільтруючого шару, м;

$H_{\text{в}}$  - висота шару води над завантаженням, не більше 2 м;

$$H_{\text{ф}} = 0,3 + 0,8 + 0,5 + 0,5 = 1,9, \text{ м}.$$

Дренажна система фільтру, призначена для збору фільтрату, а також для подачі промивної води при промиванні, розраховується по промивних витраті,  $q_{\text{пром}}$ , л/с, який визначається за формулою:

$$q_{\text{пром}} = \omega \cdot F_1$$

$$q_{\text{пром}} = 15 \cdot 10,9 = 163,5 \text{ дм}^3/\text{с} \text{ або } 588,46 \text{ м}^3 / \text{год}.$$

Кількість жолобів для збору і відведення промивної води визначається з умови, що відстані між осями сусідніх жолобів не перевищує 2 м. Для швидких фільтрів кількість жолобів одно  $n_{\text{ж}} = B_1 / 2$ . Отримане значення округляється у бік збільшення. Витрата промивної води, що припадає на один жолоб,  $q_{\text{ж}} = q_{\text{пром}} / n_{\text{ж}}$ . Ширина жолоба  $B$ , м, визначається за формулою:

$$B = K \cdot \sqrt[5]{q_{\text{ж}}^2 / (1,57 + a)^3},$$

де  $q_{\text{ж}}$  - витрата по жолобу,  $\text{м}^3/\text{с}$ ;

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | ДП ХН 2216 1440 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    | 34   |

К - коефіцієнт, що дорівнює для жолобів з напівкруглим перетином - 2, для п'ятикутних жолобів - 2,1;

а - відношення висоти прямокутної частини жолоба до половини його ширини, прийняте в межах 1 - 1,5.

$$n_{\text{ж}}=4,5/2=2,25\approx 2;$$

$$q_{\text{ж}}=163,5/2=81,75;$$

$$B=2\cdot\sqrt[5]{(0,82)^2/(1,57+1,5)^3}=0,94 \text{ м.}$$

Після визначення ширини жолоба В і за прийнятим відношенню висоти прямокутної частини жолоба до половини його ширини визначають його повну висоту.

Відстань від верхньої кромки жолобів до поверхні фільтруючого завантаження обчислюється за формулою:

$$h_{\text{ж}}=(H_3\cdot l)/100+0,3, \text{ м,}$$

де l - відносне розширення фільтруючого завантаження при промиванні в%, сприймаємо по таблиці 10.1 [9].

$$h_{\text{ж}}=(0,8\cdot 45)/100+0,3=0,66, \text{ м.}$$

Якщо  $h_{\text{ж}}$  вийти менше, ніж повна висота жолоба з урахуванням товщини стінок, то  $h_{\text{ж}}$  конструктивно приймається на 5 см більше його повної висоти. Верх жолоби проектується строго горизонтальним, дно - з ухилом в бік збірного каналу (кишені). Відстань від дна жолоба до дна кишені,  $H_{\text{кан}}$ , м, визначається за формулою:

$$H_{\text{кан}}=1,73\cdot\sqrt[3]{[q_{\text{кан}}^2/(g\cdot A^2)]}+0,2,$$

де  $q_{\text{кан}}$  - витрата води по каналу, рівний  $q_{\text{пром}}$ , м<sup>3</sup> / с;

A - ширина каналу, яка приймається не менше 0,7.

$$H_{\text{кан}}=1,73\cdot\sqrt[3]{\sqrt{[(0,1635)^2/(9,81\cdot (1)^2)]}}+0,2=0,44 \text{ м}$$

Промивання фільтрів здійснюється чистою водою за допомогою спеціальних насосів або з водонапірної башти. При використанні насосів забір води здійснюється з РЧВ або з відвідного колектора фільтрованої води.

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | ДП ХН 2216 1440 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    | 35   |

Приймаємо 1 робочих насос і 1 резервний марки 1Д500-63Б з наступними параметрами: подача = 400 м<sup>3</sup> / год; натиск = 44м; частота обертання робочого колеса = 1500 об / хв; потужність насоса = 110 кВт; вага: насоса = 570кг, агрегату = 1450 кг; розміри: L = 2320мм, В = 890мм, Н = 955мм, d<sub>вх</sub> = 250мм, d<sub>вих</sub> = 150мм.

Вибираємо 2 опори, а саме опора-стойка 2-10 ФТК 24.200.03-90

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | ДП ХН 2216 1440 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    | 36   |

## 5 РОЗРАХУНОК ДОПОМІЖНОГО ОБЛАДНАННЯ

### 5.1 РОЗРАХУНОК БАКУ ДЛЯ НАКОПИЧЕННЯ ВОДИ

В відділенні підготовки очищеної води є бак для накопичування води.

Розрахунок цієї ємності проводиться за рівнянням:

$$V_p = W \cdot \tau,$$

де  $W$  - об'ємна витрата рідини, м<sup>3</sup>/год;

$\tau$  - час перебування рідини в ємності, год.

Обираємо час перебування рідини в ємності 20 хвилин.

Геометричний об'єм ємності більше робочого на 10÷15%, що враховується при виборі ємності.

Розрахуємо об'єм баку для акумулювання води питної за формулою:

$$v_p = 186 \cdot 0,3 = 55,8$$

Якщо врахувати надбавку 15 %, то геометричний об'єм ємності складатиме 56 м<sup>3</sup>.

Обираємо ємність, прямокутну в плані з параметрами: висота 10,6 м, ширина 20 м, довжина 20 м, виготовлену з поліпропілену.

### 5.2 РОЗРАХУНОК НАСОСУ

Насос для перекачування води при температурі 20 °С з баку в апарат, що працює під надмірним тиском 0,1 МПа. Витрата води  $Q = 0,052$  м<sup>3</sup>/с. Геометрична висота підйому води 1,5 м. Довжина трубопроводу на лінії всмоктування 2 м, на лінії нагнітання 3 м. На лінії нагнітання є 3 відведення під кутом 90° з радіусом повороту, рівним шести діаметрам труби, і 2 нормальних вентиля. На всмоктувальній ділянці трубопроводу встановлено 1 прямооточний вентиль.

Вибір трубопроводу [9].

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | ДП ХН 2216 1440 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    | 37   |

Для всмоктувального і нагнітального трубопроводу прийємо однакову лінійну швидкість води  $\omega$ , що дорівнює 2 м/с. Тоді мінімальний діаметр рівний:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot \omega}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,052}{3,14 \cdot 2}} = 0,18 \text{ м.}$$

Вибираємо сталевий трубопровід зовнішнім діаметром 80 мм з товщиною стінки 4 мм. Тоді внутрішній діаметр  $d = 0,20$  м. Фактична швидкість води в трубі:

$$\omega = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot d^2} = \frac{4 \cdot 0,052}{3,14 \cdot 0,20^2} = 1,66 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

Визначення втрат на тертя і місцеві опори.

Знаходимо значення критерію Рейнольдса:

$$Re = \frac{\omega \cdot d \cdot \rho}{\mu},$$

де  $\mu$  – динамічна в'язкість води, Па·с:

$$Re = \frac{1,66 \cdot 0,20 \cdot 998}{1,005 \cdot 10^{-3}} = 329687,562$$

Це значення критерію Рейнольдса вказує на турбулентний режим. Абсолютну шорсткість трубопроводу приймаємо рівною  $2 \cdot 10^{-4}$  м. Тоді:

$$e = \frac{\Delta}{d} = \frac{2 \cdot 10^{-4}}{0,20} = 0,001$$

Розрахунок  $\lambda$  слід проводити по формулі:

$$\lambda = 0,11 \cdot \left( e + \frac{68}{Re} \right)^{0,25} = 0,11 \cdot \left( 0,001 + \frac{68}{329687,562} \right)^{0,25} = 0,02$$

Визначимо суму коефіцієнтів місцевих опорів окремо для всмоктувальної і нагнітальної ліній.

Для всмоктувальної лінії:

1) Вхід в трубу (приймаємо з гострими кряями):  $\xi_1 = 0,5$ .

2) Прямоточні вентиля: для  $d = 0,2$  м,  $\xi_\alpha = 0,6$ .

Домножуючи на поправочний коефіцієнт 0,925, одержуємо  $\xi_2 = 0,55$ .

Сума коефіцієнтів місцевих опорів у всмоктувальній лінії:

$$\Sigma \xi = \xi_1 + \xi_2 = 0,5 + 0,55 = 1,05.$$

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | ДП ХН 2216 1440 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                    | 38   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

Втрачений напір у всмоктувальній лінії знаходимо по формулі:

$$h_{\pi} = \left( \lambda \frac{l}{d_e} + \sum \xi_{M.C} \right) \frac{\omega^2}{2g},$$

де  $l$ ,  $d_e$  - відповідно довжина і еквівалентний діаметр трубопроводу.

$$h_{\pi} = \left( 0,02 \cdot \frac{2}{0,2} + 1,05 \right) \cdot \frac{1,66}{2 \cdot 9,81} = 0,1 \text{ м.}$$

Для нагнітальної лінії:

1) Відведення під кутом  $90^\circ$ : коефіцієнт  $A = 1$ , коефіцієнт  $B = 0,09$ ;

$\xi_1 = 0,09$ .

2) Вентилі: для  $d = 0,2$  м  $\xi = 4,6$

3) Вихід з труби:  $\xi_3 = 1$ .

Сума коефіцієнтів місцевих опорів в нагнітальній лінії:

$$\sum \xi = 3 \cdot \xi_1 + 2 \cdot \xi_2 + \xi_3 = 2 \cdot 0,09 + 3 \cdot 4,6 + 1 = 14,98.$$

Втрачений напір в нагнітальній лінії:

$$h_{\pi \text{ наг}} = \left( 0,02 \cdot \frac{3}{0,2} + 14,98 \right) \cdot \frac{1,66}{2 \cdot 9,81} = 1,3 \text{ м}$$

Загальні втрати напору:

$$h_{\text{втр}} = h_{\pi \text{ наг}} + h_{\pi} = 0,1 + 1,3 = 1,4 \text{ м.}$$

Вибір насоса.

Знаходимо напір насоса за формулою:

$$H = \frac{p_2 - p_1}{\rho g} + H_{\Gamma} + h_{\text{втр}},$$

де  $p_1$  – тиск в апараті, з якого перекачується рідина,

$p_2$  – тиск в апараті, в який подається рідина, різниця тисків дорівнює надмірному тиску, Па;

$H_{\Gamma}$  – геометрична висота підйому рідини.

$$H = \frac{0,110^6}{998 \cdot 9,81} + 1,5 + 0,59 = 12,3 \text{ м вод.ст.}$$

Напір при заданій продуктивності забезпечується відцентровими насосами.

Визначимо корисну потужність насоса:

$$N_{\pi} = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H = 998 \cdot 9,81 \cdot 0,052 \cdot 12,3 = 6,26 \text{ кВт.}$$

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | ДП ХН 2216 1440 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                    | 39   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

Приймаючи к.к.д. передачі  $\eta_{\text{пер}} = 1$  і  $\eta_{\text{н}} = 0,6$  (для відцентрового насоса середньої продуктивності), знайдемо потужність на валу двигуна:

$$N = \frac{N_{\pi}}{\eta_{\text{н}} \cdot \eta_{\text{пер}}} = \frac{6,26}{0,6 \cdot 1} = 10,43 \text{ кВт.}$$

Заданим подачі і напору більше всього відповідає відцентровий насос марки CDXM 200/12,  $Q = 15 \text{ м}^3/\text{год}$ ,  $H = 12,5 \text{ м}$ ,  $\eta_{\text{н}} = 0,6$ .

### 5.3 РОЗРАХУНОК ТА ВИБІР УЛЬТРАФІОЛЕТОВОЇ ЛАМПИ

Даний тип лампи встановлюється в відділенні перед освітлювачем.

Розрахунковий бактерицидний потік визначається за формулою [10]:

$$F_{\phi} = - \frac{q \cdot a \cdot k \cdot \lg \frac{P}{P_0}}{1563,4 \cdot \eta_n \cdot \eta_0},$$

де  $q$  — витрата води, що подається на знезараження,  $\text{м}^3/\text{год}$ ;

$a$  і  $k$  — коефіцієнти;

$P_0$  — колі-індекс води до знезараження, од./ $\text{м}^3$ ;

$P$  — колі-індекс води після знезараження, од./ $\text{м}^3$ ;

$\eta_n$  — коефіцієнт використання бактерицидного потоку; для установки з зануреним джерелом випромінювання приймається 0,9 [10];

$\eta_0$  — коефіцієнт використання бактерицидного потоку, що залежить від товщини шару води, приймається 0,9

$$F_{\phi} = - \frac{186 \cdot 0,15 \cdot 2500 \cdot \lg \frac{1}{3000}}{1563,4 \cdot 0,9 \cdot 0,9} = 191,52 \text{ кВт.}$$

Число ламп (камер):

$$n = \frac{F_{\phi}}{F_{\text{л}}},$$

де  $F_{\text{л}}$  — розрахунковий потік лампи після (4500÷5000) годин роботи, Вт:

$$n = \frac{F_{\phi}}{F_{\text{л}}} = \frac{191,52}{4} = 48$$

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | ДП ХН 2216 1440 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    | 40   |

За цими даними обираємо фільтр бактерицидну ультрафіолетову лампу типу Sterilight SV86 Light Commercial

Розрахунок ультрафіолетової лампи після проходження води через озонатор. Розрахунковий бактерицидний потік визначається за формулою:

$$F_6 = - \frac{150 \cdot 0,15 \cdot 2500 \cdot \lg \frac{1}{3000}}{1563,4 \cdot 0,9 \cdot 0,9} = 154,45 \text{ кВт.}$$

Число ламп (камер):

$$n = \frac{F_6}{F_{\text{л}}} = \frac{154,45}{4} = 37 .$$

За цими даними обираємо бактерицидну ультрафіолетову лампу типу Sterilight SV50 Ligh Commercial

#### 5.4 ВИБІР ОЗОНТОРА

Підбираємо озонатор за його потужністю по озону, яка становить 1,86 кг/ год. Промисловий кисневий озонатор серії OG-O1000. Вихідна концентрація озону 100 г/м<sup>3</sup>, потужністю 19 кВт. Розмірами: довжина – 1,7 м, ширина – 1,5 м, висота 0,8 м. З вагою апарата 780 кг.

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | ДП ХН 2216 1440 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    | 41   |

## 6 ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ВИРОБНИЦТВА

Технологічний процес попереднього очищення води методом озонування для запобігання біообростання, як і будь-який виробничий процес, супроводжується утворенням відходів.

У даному розділі розглянуто екологічну безпеку очистки води в котли ТЕЦ. Використання вихідної води вимагає ретельної очистки для запобігання накипоутворення та біообростань на внутрішній поверхні трубопроводів. Тому забезпечення екологічної безпеки підготовки якісної води є досить важливим завданням. Використання методу озонування для попереднього очищення води, дозволяє забезпечити глибоке очищення води до вказаних норм.

Метою даного розділу є підрахунок всіх шкідливих відходів, які утворюються під час технологічного процесу і знайти рішення, які забезпечать їх екологічну утилізацію або доведення недопустимих значень до рівня ГДК.

### 6.1 АНАЛІЗ ДЖЕРЕЛ ТА РОЗРАХУНОК КІЛЬКОСТІ ВІДХОДІВ

Підготовка води починається з першого опромінення ультрафіолету, де знищуються всі шкідливі мікроорганізми, а вода при цьому не обробляється шкідливими для здоров'я хімікатами. Далі вода надходить до освітлювача з подачою реагентів для нейтралізації, де контролюється чітко визначене стандартами значення рН і осаджуються колоїдно-дисперсні частинки. Звідси вона направляється до механічних фільтрів, для видалення дрібного пилу, колоїдних домішок і мікроорганізмів.

Потім, потрапивши у накопичувальний бак, для зберігання води іде подача озону для більш глибокої дезінфекції води. Далі надходження води до другого опромінення ультрафіолету, для повного знезараження.

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <i>ДП ХН 2216 1440 ПЗ</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           | 42   |

На механічних фільтрах завдяки прямій і зворотній промивці утворюються води з підвищеним вмістом зависей, які направляються в цикл перед освітлювачем.

Таким чином, уникаються рідкі відходи, але після стадії коагуляції утворюється твердий залишок – шлам.

Шлам пройшовши шлагоущільнювач у освітлювачі має 98-99% вологості, отже спочатку ми його повинні зневоднити, це проводиться за допомогою прес-фільтрів, після чого шлам має вологу вже 75-80 %. Потім його доправляють на регенерацію. Регенерація проводиться 20-40% сульфатною кислотою  $H_2SO_4$ . Після чого отримуємо вторинний коагулянт  $Fe_2(SO_4)_3$ , який в 3-4 рази дорожчий за наш вихідний. Вторинний коагулянт направляємо в цикл.

Також в цьому процесі присутні викиди в атмосферу, а саме викиди  $O_3$  та  $CO_2$ . Їх позбуваються за допомогою фізико-хімічних методів, що базуються на принципах дегазації, а саме уведенням вапна з подальшим фільтруванням. А також остаточний озон убирають пропускаючи озоновану воду через ультрафіолетове опромінення.

В таблиці 6.1, 6.2 і 6.3, розглянуто характеристику сировини та продукції виробництва, твердих і газових відходів виробництва, а також наведений екологічний стан виробництва.

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | ДП ХН 2216 1440 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    | 43   |

Таблиця 6.1 – Характеристика сировини та продукції виробництва

| Найменування стадії виробництва, перелік сировини, напівпродуктів, продукції | Властивості                                                                            | Кількість сировини, напівпродуктів, т (м <sup>3</sup> ) |          |
|------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|----------|
|                                                                              |                                                                                        | За 1 цикл очищення води т/м <sup>3</sup>                | За рік/т |
| Освітлювач:<br>Ca(OH) <sub>2</sub>                                           | Пом'якшує вихідну воду, методом нейтралізації і коагуляції дрібно-дисперсних частинок. | 0,01 т/м <sup>3</sup><br>400-600 мг-екв/м <sup>3</sup>  | 14,6     |
| Освітлювач:<br>Fe <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>               |                                                                                        | 0,045 т/м <sup>3</sup><br>400-600 мг-екв/м <sup>3</sup> | 65,7     |
| Озонатор:<br>O <sub>3</sub>                                                  | Більш глибока дезінфекція води                                                         | 0,0001 т/м <sup>3</sup>                                 | 0,146    |

Таблиця 6.2 – Характеристика твердих відходів, газових викидів виробництва

| Найменування стадії виробництва, склад відходів, стоків       | Кількість відходів, викидів та стоків, м <sup>3</sup> |                | Метод очищення                                                                                                  | Ступінь очищення, % | Примітки                                                                         |
|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
|                                                               | На 1 т готової продукції                              | На рік         |                                                                                                                 |                     |                                                                                  |
| Освітлення води (тверді відходи у вигляді шламу)              | 50 г/т                                                | 73000000 г/рік | Спочатку проходить шламоушільнювач, потім іде процес зневоднення на прес-фільтрах і відправлення на регенерацію | 95-98%              | Цей шлам не є токсичним, агресивним, не містить тяжких металів, pH шламу 8,5-8,7 |
| Знезараження води (газові відходи у вигляді CO <sub>2</sub> ) | 20 г/т                                                | 29200000 г/рік | Деагація, веденням вапна і з подальшою фільтрацією                                                              | 75-80%              | -----                                                                            |
| Знезараження води (газові відходи у вигляді O <sub>3</sub> )  | 15 г/т                                                | 21900000 г/рік | Пропускають через стадію ультрафіолетового випромінювання                                                       | 75-80%              | -----                                                                            |

Таблиця 6.3 – Екологічний стан виробництва

| Перелік викидів, вод, відходів | газових стічних твердих | Кількість відходів, викидів та стоків, м <sup>3</sup> (т) |          | Концентрація забруднювача мг/м <sup>3</sup> , мг/дм <sup>3</sup> | ГДК, забруднювач мг/м <sup>3</sup> , мг/дм <sup>3</sup> | Відповідність, невідповідність нормі |
|--------------------------------|-------------------------|-----------------------------------------------------------|----------|------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|--------------------------------------|
|                                |                         | На 1т готової продукції                                   | На рік   |                                                                  |                                                         |                                      |
| O <sub>3</sub>                 |                         | 15                                                        | 21900000 | 1,5·10 <sup>10</sup>                                             | 0,1                                                     | -                                    |
| CO <sub>2</sub>                |                         | 20                                                        | 29200000 | 2·10 <sup>10</sup>                                               | 20                                                      | -                                    |
| Шлам                           |                         | 50                                                        | 73000000 | 5·10 <sup>10</sup>                                               | 1·10 <sup>11</sup>                                      | +                                    |

## 6.2 МОЖЛИВІ ВАРІАНТИ ПОГЛИБЛЕНОЇ ЕКОЛОГІЗАЦІЇ ВИРОБНИЦТВА

Екологічна проблема даного виробництва – утворення декількох потоків стічних вод промивки фільтрів з низьким та високим значенням рН, запропоновано змішування даних стоків з подальшою нейтралізацією. Внаслідок чого буде досягнуто необхідне значення водневого показника стічної води.

Ще одним недоліком стічних вод після промивок фільтру є завищене значення вмісту завислих речовин. Для вирішення даної проблеми запропоновано повторне очищення в освітлювачі з метою відділення завислих речовин методом коагуляції.

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | ДП ХН 2216 1440 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    | 45   |

Якщо вміст завислих речовин перевищує допустиму концентрацію, направляємо ці води у відстійник, де осаджуємо їх, а вже потім відділивши шлам від води скидаємо її у міську каналізацію.

Шлам, який залишився, знаходиться в «зеленому переліку відходів» і має IV клас небезпеки, тобто набуває статусу безпечної речовини. Є декілька шляхів подальшого використання цього шламу, а саме:

- для покращення когезійних властивостей ґрунтів;
- в керамічних виробництвах, в якості наповнювачів асфальтових сумішей і бетону;
- у виробництві цементу, цегли та інших будівельних матеріалів;
- матеріал для підсипки.

Також осади водоочищення можливо використовувати в процесах очищення промислових стоків: тим самим покращуються седиментаційні властивості осадів коагуляції, досягається більш повне вилучення цінних інгредієнтів зі стічних вод, підвищується зневоднення і скорочується витрата коагулянтів [11].

Також в цьому процесі присутні викиди в атмосферу, а саме викиди  $O_3$  та  $CO_2$ . Озон відноситься до II класу небезпеки, високонебезпечний і його норма викиду не відповідає ГДК, тому утилізація його відбувається на високому технологічному рівні. Знешкодження залишкового озону застосовують найчастіше адсорбцію, каталіз або піроліз. При адсорбції газу пропускають через колонну з активним вугіллям у вигляді зерен діаметром 1 - 6 мм. Недоліком процесу є те, що вугілля легко сорбує органічні речовини. У результаті воно повільно окислюється в міру окислення органічних речовин озоном. А також остаточний озон убирають пропускаючи його через стадію ультрафіолетового випромінювання

$CO_2$  також знаходиться в «зеленому переліку відходів» і має IV клас небезпеки, тобто набуває статусу безпечної речовини. У залежності від технологічної схеми виробництва і ступеня очистки пред'являються різні

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <i>ДП ХН 2216 1440 ПЗ</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           | 46   |

вимоги. Усе це привело до створення різноманітних і методів очистки від діоксиду вуглецю [12]:

– Водна очистка від діоксиду вуглецю. Водна очистка є найбільш старим методом видалення діоксиду вуглецю, тому і дотепер у промисловості експлуатуються велике число цих установок. Водне очищення являє собою типовий процес фізичної абсорбції. Основний недолік водного очищення полягає у великій витраті електроенергії. Крім того, унаслідок недостатньої селективності поглинача води можливі утрати водню і забруднення їм діоксиду вуглецю [12].

– Очищення водними розчинами етаноламінів. Очищення газів розчинами етанол амінів є типовим процесом хемосорбції, широко розповсюдженим у даний час у промисловості. Оскільки найбільше промислове застосування одержав процес очищення розчинами моноетаноламіна (МЕА), йому приділяється значна увага. Цей процес одержав поширення в чорній металургії й у хімічній промисловості для витягу діоксиду вуглецю. Моноетаноламін ( $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CH}_2-\text{NH}_2$ ) відноситься до класу амінів, має лужні властивості і може взаємодіяти з кислими газами. До істотних недоліків методу варто віднести утворення побічних продуктів, що приведе до забивання і корозії устаткування, погіршує очищення, збільшує витрату тепла, а також спінювання розчину, що приводить до втрат МЕА[13].

– Процес «Амізол» . Процес «Амізол» заснований на абсорбції розчинами ДЕА або МЕА в метанолі . Абсорбент комплексно поглинає  $\text{CO}_2$  вологу. Процес абсорбції ведуть при  $35^\circ\text{C}$ , регенерацію при  $80^\circ\text{C}$ . Це дозволяє знизити витрату тепла з відомими раніше процесами і витрати на теплообмінну апаратуру Недолік процесу - віднесення кількості пари метанолу, тому необхідно промивання газу водою, однак витрата тепла на ректифікацію промивних вод невелика, а втрати метанолу незначні.[13]

– Фізична абсорбція органічними розчинниками. У сучасних схемах синтезу аміаку газ надходить на очищення під тиском до  $2,94 \text{ МПа}$ . У цих умовах ефективні процеси фізичної абсорбції органічними

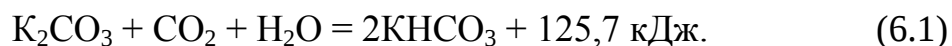
|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <i>ДП ХН 2216 1440 ПЗ</i> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                           | 47   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           |      |

розчинниками. В даний час такі процеси використовують головним чином для очищення природного газу з високим вмістом діоксиду вуглецю, однак вони можуть бути застосовані і для очищення конвертованого газу [13].

– Процес «Пурізол» Як абсорбент використовується N-метілпірралідон розчинник, що вже знайшов широке застосування для виділення ацетилену з газів окисного піролізу метану [14].

– Очищення холодним метанолом (процес «Ректізол»). Основною перевагою процесу очищення газу CO<sub>2</sub> холодним метанолом є різке збільшення розчинності діоксиду вуглецю при зниженні температури. При цьому зменшується циркуляція розчину і зростає селективність розчинника. Необхідний ступінь очищення може бути легше досягнуто шляхом зниження температури абсорбції, чим підвищення температури десорбції. Однак недолік його полягає у відносній громіздкості технологічної схеми. Цей процес найбільш доцільний для очищення газів, що містять велику кількість різноманітних домішок [13].

– Очищення розчинами поташу. Карбонат калію, як і деякі інші солі вугільної кислоти, здатний оборотне взаємодіяти з діоксидом вуглецю:



– Очищення миш'яково-поташними розчинами (процес «Джамарко-Ветрокк»). Підвищення температури і добавки ДЕА при абсорбції гарячим розчином поташу прискорює процес, однак в остаточному підсумку це дозволяє лише незначно зменшити розміри апаратури. Було встановлено, що значно більш активними каталізаторами реакцій, що протікають при абсорбції CO<sub>2</sub> і регенерації розчину, є сполуки тривалентного миш'яку [12]. Також даний метод відрізняється високою швидкістю абсорбції, відносно невеликими габаритами апаратури і простотою експлуатацією.

### 6.3 ЕКОЛОГІЧНИЙ МОНІТОРИНГ

Система нагляду та аналізу води складається із відбору проб води та її аналізу на визначення значення рН за допомогою рН – метра, кожного разу коли проводиться промивки фільтру. Їх проводять раз на 3-4 тижні, таким чином і аналіз необхідно проводити відповідно цих розрахунків.

Точка відбору проби – бак, в який зливаються ці стоки, через які промивна вода надходить від системи до каналізаційного стоку. Якщо рівень рН не задовольняє вимоги до скиду води, в бак вводять кислоту або луг для донейтралізації, щоб досягти потрібного значення рН. Аналіз води також має проводитися під час кожної промивки установки, коли домішується свіжа водопровідна вода.

Також стоять онлайн прилади, які міряють вміст завислих речовин, а саме turbidity meters, а також прилад який вимірює вміст сухого залишку TDS meters, якщо вміст перевищує допустимі концентрації, то проводиться розбавлення води, яка скидається.

Моніторинг шламу проводиться на вміст таких речовин :

- вологість;
- загальний вміст заліза;
- вміст карбонатів;
- вміст  $\text{SiO}_2$ .

Аналіз на вміст заліза проводиться фотометричним методом, на вміст карбонатів-тетраметричним, кількість  $\text{SiO}_2$  визначають гравіметричним методом.

### 6.4 РОЗРАХУНОК ЕКОЛОГІЧНИХ ПЛАТЕЖІВ

В даному розділі розраховано величину плати за скидання води у міську каналізацію міста Києва, якщо у даному відділенні не буде прийнята екологізація виробництва.

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | ДП ХН 2216 1440 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    | 49   |

Величина плати за скид води у міську каналізацію ( $P_c$ ) розраховується водоканалом згідно з державною Інструкцією за формулою :

$$P_c = T \cdot V_{\text{дог}} + 5T \cdot V_{\text{пдог}} + V_{\text{пз}} \cdot K_k \cdot H_p,$$

де  $T$  – тариф, установлений за надання послуг водовідведення абонентам, віднесення до відповідної категорії, грн/м<sup>3</sup>;

$V_{\text{дог}}$  - обсяг скинутих абонентом води у межах, обумовлених договором або лімітом, м<sup>3</sup>;

$V_{\text{пдог}}$  - обсяг скинутих абонентом води понад обсяги, обумовлені договором або лімітом, м<sup>3</sup>;

$V_{\text{пз}}$  - обсяг скинутих абонентом води з наднормативними забрудненнями ( за відсутності даних щодо обсягів водовідведення беруться дані, зазначені в паспорті водного господарства), м<sup>3</sup>;

$K_k$  - коефіцієнт кратності, який враховує рівень небезпеки скинутих забруднень для технологічних процесів очищення води на МКОС та екологічного стану водойми ;

$H_p$  - встановлений норматив плати за скид наднормативних забруднень у міську каналізацію, % .

Норматив плати за скидання 1 м<sup>3</sup> води у міську каналізацію з понаднормативними забрудненнями встановлюється на рівні частки тарифу на послуги водовідведення, яка відповідає вартості очищення 1 м<sup>3</sup> води з вмістом забруднень у межах, установлених допустимих концентрацій забруднюючих речовин.

При виявленні водоканалом під час контролю якості води, що скидаються абонентом, перевищення фактичної концентрації одного забруднення ( $C_f$ ) над установленою ДК коефіцієнт кратності для розрахунку плати за скид наднормативних забруднень визначається за формулою [15]:

$$K_k = (C_f - D_k) / D_k,$$

$$K_k = (15\,000 - 300) / 300 = 49.$$

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | ДП ХН 2216 1440 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                    | 50   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

Так як за правилами коефіцієнт кратності не може перевищувати 5, то беремо максимальне значення перевищення фактичної концентрації одного виду забруднення, яке дорівнює 5.

Отже можна порахувати плату за скид води за формулою:

$$П_c = 3,56 \cdot 50\,000 + 5 \cdot 3,56 \cdot 25\,000 + 12500 \cdot 5 \cdot 25 = 1\,829\,500 \text{ грн.}$$

Тепер перерахуємо на 1 м<sup>3</sup> скинутої води :

$$П_c(\text{на } 1 \text{ м}^3) = 1\,829\,500 / 15\,000 = 121,97 \text{ грн.}$$

Таким чином в даному розділі розраховано плату за скид води у міську каналізацію у разі відсутності будь-яких переробок відходів. Так як у випадку даного дипломного проекту, вода яка утворюється після промивок фільтру йде знову в цикл, шлам після коагуляції регенерується, а частина йде на подальше використання.

В цілому екологічний стан виробництва відповідає нормі, адже тверді відходи, такі як відпрацьований шлам, не несуть ніякої шкоди, та йдуть на подальше використання, кислі і лужні відходи нейтралізуються та йдуть в цикл.

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | ДП ХН 2216 1440 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    | 51   |

## 7 ОПИС ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ЗАХИСТУ ОБЛАДАННЯ ВІД БІООБРОСТАНЬ З ВИКОРИСТАННЯМ ОЗОНУ В ПОПЕРЕДНЬОМУ ОЧИЩЕННІ ВОДИ

Вибір технологічного процесу зумовлений якістю води для вживаної для підживлювання котлів. Це забезпечує надійну і економічну роботу котельних установок

Природні води звичайно містять наступні домішки:

- механічні (пісок, глина, мул), додаючи їй каламутного вигляду;
- колоїдні (речовини органічного походження продукти розпаду тваринних і рослинних організмів, а так само мінерального походження у вигляді з'єднань кремнію, заліза, алюмінію);
- розчинені у воді солі натрію, кальцію, магнію і інших;
- розчинені у воді гази – кисень, азот, вуглекислота, сірководень.

Основними показниками якості води, вживаної для живлення котлів [16]:

- зміст завислих речовин;
- сухий залишок;
- окисненість;
- жорсткість;
- лужність;
- кислотність;
- загальний солевміст.

## 7.1 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ЯК ОБ'ЄКТА АВТОМАТИЗАЦІЇ

На підставі аналізу особливостей технологічного процесу попереднього очищення природної води методом озонування, його апаратурного оформлення та норм технологічного режиму необхідно забезпечити такий рівень автоматизації виробництва:

- контроль і регулювання витрати вихідної води 180 м<sup>3</sup>/год;
- контроль температури в електрофільтрі 19 °С;
- контроль і регулювання рівня води в баку 3,5 м;
- контроль концентрації коагулянту на вході 0,4-0,6 г/м<sup>3</sup>;
- контроль і регулювання подачі коагулянту в освітлювач 1,67 кг/год;
- контроль концентрації вапняного молока на вході 0,4-0,6 г/м<sup>3</sup>;
- контроль і регулювання подачі вапняного молока в освітлювач 7,5кг/год;
- контроль і регулювання перепаду тиску у механічному фільтрі (0,1 МПа);
- контроль вмісту Mg<sup>2+</sup> та Ca<sup>2+</sup> в освітленій воді 9,9 -10,1;
- контроль і регулювання рівня освітленої води в баку 2,8 м;
- контроль і регулювання витрати напруги на подачу озону;
- контроль напруги в озонаторі;
- контроль і регулювання витрати напруги з озонатора;
- контроль і регулювання витрати освітленої води;
- контроль температури в електрофільтрі 22 °С;

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | ДП ХН 2216 1440 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    | 53   |

- контроль і регулювання рівня води в баку 2,2 м;

Параметри контролю та регулювання виробництва наведено у таблиці 7.1.

Таблиця 7.1 – Параметри контролю та керування виробництвом

| № пор. | Назва стадії процесу (технологічний об'єкт), місце заміру параметра | Назва контрольованого чи регульованого параметра | Норми технологічного режиму та допустимі відхилення | Вимоги до рівня автоматизації (контроль, регулювання, сигналізація) |
|--------|---------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
|        | 2                                                                   | 3                                                | 4                                                   | 5                                                                   |
| 1      | Трубопровід 1.1                                                     | Витрата                                          | 180 м <sup>3</sup> /год                             | контроль, регулювання                                               |
| 2      | Трубопровід 1.1                                                     | Температура                                      | 19 °С                                               | контроль                                                            |
| 3      | Трубопровід 1.1                                                     | Рівень                                           | 3,5 м                                               | контроль, регулювання                                               |
| 4      | Трубопровід 28                                                      | Концентрація                                     | 0,4-0,6 г/м <sup>3</sup>                            | контроль                                                            |
| 5      | Трубопровід 28                                                      | Витрата                                          | 1,67 кг/год                                         | контроль, регулювання                                               |
| 6      | Трубопровід 29                                                      | Концентрація                                     | 0,4-0,6 г/м <sup>3</sup>                            | контроль                                                            |
| 7      | Трубопровід 29                                                      | Витрата                                          | 7,5 кг/год                                          | контроль, регулювання                                               |
| 8      | Трубопровід 1.2                                                     | Вміст іонів кальцію і магнію                     | 9,9 -10,1                                           | контроль                                                            |
| 9      | Трубопровід 1.2                                                     | Перепад тиску                                    | 0,1 МПа                                             | контроль, сигналізація                                              |
| 10     | Трубопровід 1.2                                                     | Рівень                                           | 2,8 м                                               | контроль, регулювання                                               |
| 11     | Трубопровід 30                                                      | Витрата                                          | ---                                                 | контроль, регулювання                                               |
| 12     | Трубопровід 30                                                      | Напруга                                          | ---                                                 | контроль                                                            |
| 13     | Трубопровід 30                                                      | Витрата                                          | ---                                                 | контроль, регулювання                                               |
| 14     | Трубопровід 1.2                                                     | Витрата                                          | ---                                                 | контроль, регулювання                                               |
| 15     | Трубопровід 1.2                                                     | Температура                                      | 22 °С                                               | Контроль                                                            |

|    | 2               | 3      | 4     | 5                        |
|----|-----------------|--------|-------|--------------------------|
| 16 | Трубопровід 1.3 | Рівень | 2,2 м | контроль,<br>регулювання |

## 7.2 ОПИС РОЗРОБЛЕНОЇ СХЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ

Для забезпечення нормальної роботи усього технологічного устаткування, збільшення продуктивності виробництва, підвищення якості продукту, стабілізації, контролю та реєстрації технологічних параметрів, а також мінімізації можливих помилок технологічного персоналу розроблено схему автоматизації, що призначена вирішувати всі ці завдання [17, 18]. Схема автоматизації включає низку контурів автоматичного контролю та регулювання режимних параметрів технологічного процесу.

Для контролю та регулювання витрати вхідної води розроблено контур 1, що складається з діафрагми камерної (1-1), дифманометра пневматичного (1-2), вторинного показувального та реєструвального приладу (1-3), регулювального блока (1-4), пневматичного виконавчого механізму (1-5).

Контроль температури вхідної води у трубопроводі 1.1 забезпечує контур 2, який включає первинний вимірювальний перетворювач температури (2-1), вторинний показувальний і реєструвальний прилад (2-2).

Контур 3 застосовують для контролю, та регулювання рівня у баках коагулянту. Контур містить рівнемір з пневматичним передавальним перетворювачем (3-1), пневматичний показувальний та реєструвальний вторинний прилад (3-2), пневматичний регулятор (3-3), пневматичний виконавчий механізм (3-4).

Контур 4 застосовують для контролю концентрації коагулянта у трубопроводі 28. Включає в себе первинний перетворювач концентрації (4-1), проміжний перетворювач (4-2), вторинний показувальний та реєструвальний прилад (4-3).

Контроль та регулювання витрати коагулянту розроблено контур 5, що складається з первинного перетворювача витрати (5-1), проміжного перетворювача (5-2), вторинного показувального та реєструвального приладу (5-3), регулювального блока (5-4), пневматичного виконавчого механізму (5-5).

Контур 6 застосовують для контролю, вимірювання та реєстрування концентрації вапняного молока у трубопроводі 29. Включає в себе первинний перетворювач концентрації (6-1), проміжний перетворювач (6-2), вторинний показувальний та реєструвальний прилад (6-3).

Контроль та регулювання витрати вапняного молока розроблено контур 7, що складається з первинного перетворювача витрати (7-1), проміжного перетворювача (7-2), вторинного показувального та реєструвального приладу (7-3), регулювального блока (7-4), пневматичного виконавчого механізму (7-5).

Контур 8 застосовують для контролю вмісту іонів кальцію і магнію за допомогою рН у трубопроводі 1.2. Включає в себе первинний перетворювач рН (8-1), проміжний перетворювач (8-2), електропневматичний перетворювання (8-3), вторинний показувальний та реєструвальний прилад (8-4).

Контроль та регулювання перепаду тиску освітленої води у трубопроводі забезпечує контур 9, який включає первинний вимірювальний перетворювач перепаду тиску (9-1), вторинний показувальний і реєструвальний прилад (9-2).

Контур 10 застосовують для контролю рівня у баках коагулянту. Контур містить рівнемір з пневматичним передавальним перетворювачем (10-1), пневматичний показувальний та реєструвальний вторинний прилад (10-2), пневматичний регулятор (10-3), пневматичний виконавчий механізм (10-4).

Для контролю та регулювання витрати напруги розроблено контур 11, що складається з первинного перетворювача витрати (11-1), проміжного

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <i>ДП ХН 2216 1440 ПЗ</i> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                           | 56   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           |      |

перетворювача (11-2), вторинного показувального та реєструвального приладу (11-3), регулювального блока (11-4), пневматичного виконавчого механізму (11-5).

Контроль напруги в озонаторі у трубопроводі 30 забезпечує контур 13, який включає первинний вимірювальний перетворювач напруги (13-1), вторинний показувальний і реєструвальний прилад (13-2).

Для контролю та регулювання витрати напруги розроблено контур 14, що складається з первинного перетворювача витрати (14-1), проміжного перетворювача (14-2), вторинного показувального та реєструвального приладу (14-3), регулювального блока (14-4), пневматичного виконавчого механізму (14-5).

Для контролю та регулювання витрати освітленої води розроблено контур 15, що складається з первинного перетворювача витрати (15-1), проміжного перетворювача (15-2), вторинного показувального та реєструвального приладу (15-3), регулювального блока (15-4), пневматичного виконавчого механізму (15-5).

Контроль температури вхідної води у трубопроводі 1.2 забезпечує контур 16, який включає первинний вимірювальний перетворювач температури (16-1), вторинний показувальний і реєструвальний прилад (16-2).

Контур 17 застосовують для контролю та регулювання рівня у баках коагулянту. Контур містить рівнемір з пневматичним передавальним перетворювачем (17-1), пневматичний показувальний та реєструвальний вторинний прилад (17-2), пневматичний регулятор (17-3), пневматичний виконавчий механізм (17-4).

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <i>ДП ХН 2216 1440 ПЗ</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           | 57   |

## 8 ЕКОНОМІКО-ОРГАНІЗАЦІЙНІ РОЗРАХУНКИ

Економіко-організаційні розрахунки дозволяють обґрунтувати доцільність техніко-технологічних рішень. В умовах ринкової економіки від інженерно-технічного, технологічного персоналу підприємства власники цих підприємств очікують вміння застосовувати сучасні форми організації діяльності, формування нових моделей виробництва, організаційно-економічного забезпечення ефективної праці.

### 8.1 ОПТИМІЗАЦІЯ ВИДІВ РУХУ ПРЕДМЕТІВ ПРАЦІ

Увесь технологічний процес складається з восьми стадій з певною тривалістю.

1. Перша ультрафіолетова лампа, де знищуються всі шкідливі мікроорганізми, а вода при цьому не обробляється шкідливими для здоров'я хімікатами. (40 хв)
2. Накопичувальний бак, де зберігається вода. (20 хв)
3. Освітлювач з подачою реагентів для нейтралізації, де буде контролюватись чітко визначене стандартами рН. (120 хв)
4. Механічний фільтр, для видалення дрібного пилу, хімічних домішок і мікроорганізмів. (30 хв)
5. Накопичувальний бак, для зберігання води. (20 хв)
6. Надходження води до озонатора, де відбувається дезінфекція води. (30 хв)
7. Надходження води до другої ультрафіолетової лампи. (40 хв)
8. Накопичувальний бак, для зберігання готової води. (60 хв)

Такі операції як:

- підготовка та налаштування обладнання;
- вхідний контроль сировини;
- вихідний контроль якості продукції

до виробничого циклу не включені.

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <i>ДП ХН 2216 1440 ПЗ</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           | 58   |

Порядок проходження предметів праці через всі стадії виробничого процесу називається видом руху предметів праці(ВРПП), для даного процесу найбільш оптимальний – паралельний ВРПП.

Паралельний ВРПП – кожен виріб з попередньої стадії передається на наступну стадію індивідуально, не очікуючи інші вироби. Використовується у безперервних процесах.

$$T_{BC} = \sum_{i=1}^m t_i + (B-1)t_{\max},$$

де  $B$  – кількість виробів;

$m$  – кількість операцій;

$t_{\max}$  – тривалість максимальної операції.

$$B = \frac{720 - (40 + 20 + 120 + 30 + 20 + 30 + 40 + 60)}{120} + 1 = 4 \text{ партії (завантаження)}$$

Приймаємо  $B = 4$  партії на зміну, тоді

$$T_{BC}^{\text{факт}} = (40 + 20 + 120 + 30 + 20 + 30 + 40 + 60) + (4-1) \cdot 120 = 720 \text{ хв.} = 12 \text{ год.}$$

$$N_{\text{обл.}} = 8 \text{ од.}$$

У хімічному відділенні попереднього очищення води, за ВРПП технологічний процес складається з 8 стадій, але працівників на кожну операцію процесу не потрібно, так як процес автоматизований. Тому потрібно 5 осіб на 1, 3, 4, 6 і 7 операцію.

$$N_{\text{бригади.}} = 5 \text{ осіб.}$$

За одну добу відділ випускає 4 умовні партії води очищеної, кожна по 1117 м<sup>3</sup> (тобто 4471 м<sup>3</sup> за добу). Тому річний випуск продукції буде становити:

$$B = 4471 \cdot 365 = 1631915 (\text{м}^3 / \text{рік})$$

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | ДП ХН 2216 1440 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    | 59   |

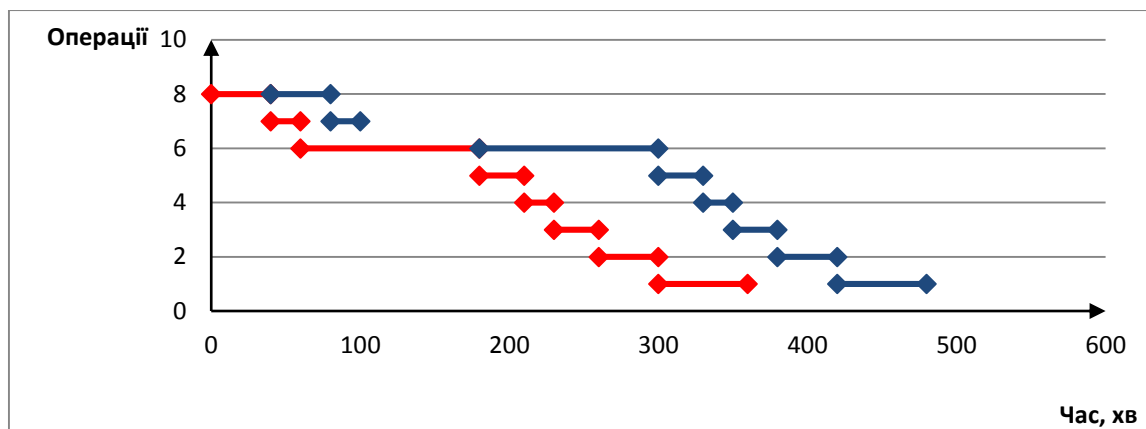


Рисунок 8.1 – Паралельний ВРПП

## 8.2 ОРГАНІЗАЦІЙНА СТРУКТУРА ВІДДІЛУ

Посади та схема підпорядкування хімічного відділення відображені на схемі (рисунок 8.2)

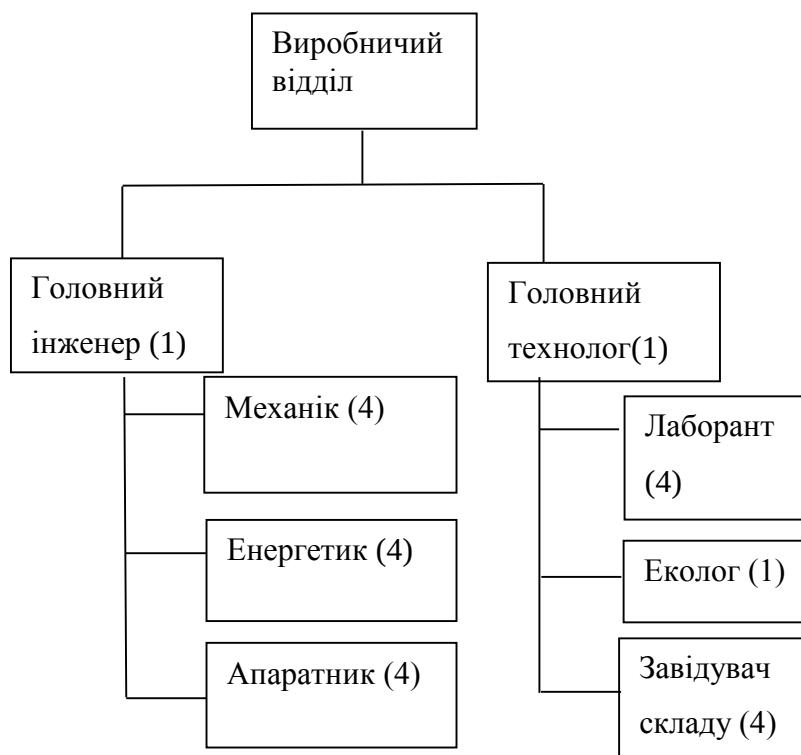


Рисунок 8.2. – Схема організаційної структури відділення

**Головний інженер** відповідає за виробництво продукції, техніку безпеки на виробництві, забезпечення умов праці.

**Головний технолог** контролює роботу технологічного процесу, відповідає за виробництво продукції, техніку безпеки на виробництві, забезпечення умов праці.

**Лаборант** слідкує за відповідністю виготовленої продукції державним стандартам.

**Інженер-енергетик** є гарантом енергетичної безпеки підприємства, безперебійного енергопостачання. Він перевіряє систему релейного захисту і автоматики, складає графіки обмежень споживання енергії в години максимальних навантажень енергосистеми.

**Інженер –механік** конструює або вдосконалює апарати та обладнання.

**Еколог** контролює дотримання природоохоронного законодавства на підприємстві.

**Завідувач складу** здійснює прийом на склад, зважування, зберігання і видачу зі складу різних матеріальних цінностей, перевіряє відповідності прийнятих цінностей супровідним документам, забезпечує збереження складованих товарно -матеріальних цінностей і дотримання режимів зберігання.

Розрахуємо середньорічну тривалість виробничого циклу для даного процесу, враховуючи те, що:

1) Енергетик, механік, завідувач складу, апаратник та лаборант працюють 7 днів на тиждень, по 12 годин на добу:

$$T_{\text{прац}}^{\text{рік}} = \frac{365}{T_{\text{зм.об.}}} \cdot (T_{\text{зм.об.}} - T_{\text{вих.}}) \cdot T_{\text{змін.}} = \frac{365}{8} \cdot (8 - 4) \cdot 12 = 2190 \text{ год/рік};$$

Нормативний час роботи працівника визначений законодавством становить:

$$T_{\text{прац}}^{\text{рік}} = \frac{365 - T_c}{7} \cdot 5 \cdot 8 - (T_{\text{св}}^* - 1) \cdot 1 = \frac{365 - 11}{7} \cdot 40 - (8 - 1) \cdot 1 = 2016 \text{ год/рік}$$

$$T_{\text{переп.}} = 2190 - 2016 = 174 \text{ год/рік}$$

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | ДП ХН 2216 1440 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                    | 61   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

2) Головний технолог, головний інженер, еколог працюють 5 днів на тиждень по 8 годин на добу:

$$T_{\text{прац}}^{\text{рік}} = \frac{365 - T_c}{7} \cdot 5 \cdot 8 - (T_{\text{св}}^* - 1) \cdot 1 = \frac{365 - 11}{7} \cdot 40 - (8 - 1) \cdot 1 = 2016 \text{ год} / \text{рік};$$

Тривалість виробничого циклу середньорічна, враховуючи, що тривалість виробничого циклу дорівнює тривалості 2 змін, складає 720 хвилин:

$$T_{\text{вц с.р.}} = T_{\text{вц факт.}} \cdot (365 \cdot 24 / T_p \cdot D_p) = 12 \cdot (365 \cdot 24 / 12 \cdot 2 \cdot 365) = 12 \text{ год};$$

Середньорічна тривалість роботи відділення:

$$T_{\text{відпр}} = 365 \cdot 24 = 8760 \text{ год} / \text{рік}$$

Необхідна кількість бригад для роботи відділення:

$$N = \frac{T_{\text{відпр}}^{\text{рік}}}{T_{\text{прац}}^{\text{рік}}} = \frac{8760}{2190} = 4 \text{ бригади}$$

Кількість виробничих циклів протягом року, враховуючи те, що відділення фактично працює 8760 годин на рік:

$$n_{\text{вц}} = 8760 / 12 \cdot 4 = 182,5 \approx 182 \text{ цикла};$$

За одну добу відділ випускає 4 умовні партії води очищеної, кожна по 1117 м<sup>3</sup> (тобто 4471 м<sup>3</sup> за добу). Тому річний випуск продукції буде становити:

$$B = 4471 \cdot 365 = 1631915 (\text{м}^3 / \text{рік})$$

Явочна чисельність – максимально допустима чисельність працівників, необхідна для виконання відповідного об'єму робіт та для повної комплектації робочих місць у відділенні протягом робочої зміни.

Відділення попереднього очищення води для ТЕЦ працює в дві зміни по 12 годин на добу, 7 днів на тиждень.

Явочна кількість робочого персоналу складає (тих, хто працює 7 днів на тиждень):

$$Ч_{\text{яв}} = 5 \text{ ос. (одна бригада)}$$

Явочна кількість управлінського персоналу складає (тих, хто працює 5 днів на тиждень):

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | ДП ХН 2216 1440 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    | 62   |

$$\text{Ч}_{\text{яв}} = 3 \text{ ос.}$$

Чисельність за списком – потреба відділення в кадрах, яка крім явочної чисельності включає додатково необхідну кількість персоналу для заміщення тих, хто у відпустці, хворіють або відсутні з інших поважних причин. Тому чисельність за списком розраховується:

$$\text{Ч}_{\text{сп}} = \text{Ч}_{\text{яв}} \cdot \text{К}_{\text{пер.}}$$

$$\text{К}_{\text{пер}} = \text{T}_{\text{рік.вир}} / \text{T}_{\text{річ.прац}}$$

де  $\text{T}_{\text{річ.під}}$  – річна тривалість роботи підприємства в годинах;

$\text{T}_{\text{річ.прац}}$  – річна тривалість роботи працівника з урахуванням вихідних, святкових, хвороб, відпусток.

Для знаходження  $\text{T}_{\text{річ.прац}}$  побудуємо графіки змінності.

Графік змінності для робочого персоналу:

| Зміна<br>(день) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 |
|-----------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1 Бригада       | 1 | 2 | В | В | 1 | 2 | В | В | 1 | 2  | В  | В  | 1  | 2  | В  | В  | 1  | 2  | В  | В  | 1  | 2  | В  | В  | 1  | 2  | В  | В  | 1  | 2  | В  |
| 2 Бригада       | 2 | В | В | 1 | 2 | В | В | 1 | 2 | В  | В  | 1  | 2  | В  | В  | 1  | 2  | В  | В  | 1  | 2  | В  | В  | 1  | 2  | В  | В  | 1  | 2  | В  | В  |
| 3 Бригада       | В | 1 | 2 | В | В | 1 | 2 | В | В | 1  | 2  | В  | В  | 1  | 2  | В  | В  | 1  | 2  | В  | В  | 1  | 2  | В  | В  | 1  | 2  | В  | В  | 1  | 2  |
| 4 Бригада       | В | В | 1 | 2 | В | В | 1 | 2 | В | В  | 1  | 2  | В  | В  | 1  | 2  | В  | В  | 1  | 2  | В  | В  | 1  | 2  | В  | В  | 1  | 2  | В  | В  | 1  |

$$\text{T}_{\text{річ.прац}} = 2190 \text{ год};$$

$$\text{К}_{\text{пер}} = 8760 / 2190 = 4$$

$$\text{Ч}_{\text{сп}} = \text{Ч}_{\text{яв}} \cdot \text{К}_{\text{пер}} = 5 \cdot 4 = 20 \text{ осіб.}$$

Графік змінності для управлінського персоналу:

| Зміна<br>(день) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 |
|-----------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Бригада         | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | В | В | 1 | 1 | 1  | 1  | 1  | В  | В  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | В  | В  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | В  | В  | 1  | 1  | 1  |

Розрахуємо фактичну тривалість роботи працівника:

$$T_{\text{річ.прац}} = \frac{365 - T_{\text{св}}}{7} \cdot 40 - (T_{\text{св}}^* - 1) \cdot 1;$$

$$T_{\text{річ.прац}} = \frac{365 - 11}{7} \cdot 40 - (8 - 1) \cdot 1 = 2016 \text{ год};$$

де 40 – кількість робочих годин протягом тижня;

365 – кількість днів протягом року за календарем;

$T_{\text{св}}$  – кількість святкових днів у році;

$T_{\text{св}}^*$  – кількість святкових днів у році, які не співпадають з вихідними;

Коефіцієнт перерахунку для управлінського персоналу:

$$K_{\text{пер}} = 2016 / 2016 = 1$$

$$Ч_{\text{сп}} = Ч_{\text{яв}} \cdot K_{\text{пер}} = 3 \cdot 1 = 3 \text{ особи.}$$

### 8.3 КОНТРОЛЬ ВИРОБНИЦТВА

У відділенні попереднього очищення проводиться вхідний, проміжний та заключний контроль.

Вхідний контроль – перевірка якості продукції, що надходить у відділення попереднього очищення в якості сировини. Результати досліджень записуються до журналу вхідного контролю.

Вхідний контроль здійснюється:

- На підставі супровідних документів;
- Шляхом якісного і кількісного аналізу.

Проміжний контроль здійснюють шляхом проведення досліджень.

При заключному контролі здійснюється оцінка якості готової продукції.

Основна мета контролю – виявлення браку. Результати досліджень записуються до журналу заключного контролю, на підставі якого технологом оформляється паспорт якості на продукцію.

Таким чином, на виробництві виконуються види контролю: вхідний, проміжний та заключний. Всі види контролю якості проводять працівники

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | ДП ХН 2216 1440 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                    | 64   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

відділу технічного контролю якості (лаборант), а результати досліджень доносяться безпосередньо до технолога.

### 8.3.1 ПОТОЧНИЙ КОНТРОЛЬ

Поточний контроль проводиться апаратником ХВО (механіком водоочистки) і передбачає:

- Підтримання заданої швидкості фільтрації - за витратоміром. Для цього: один раз на годину проводити нагляд за навантаженням фільтрів та перепадом тиску із реєстрацією в добовій відомості;
- Спостереження за перепадом тисків на працюючому фільтрі;
- Визначення кількості обробленої води на протязі зміни по кожному фільтру – при здачі зміни (запис у добовій відомості);
- Своєчасне відключення фільтрів на розпушувальну промивку;
- Періодична продувка повітряника і пробовідбірної точки на виході із фільтра – 1 раз на зміну одразу після приймання зміни з записом у оперативний журнал.

Поточний контроль передбачає:

- Періодичне (1раз на рік) розкриття мех. фільтрів для візуального огляду стану поверхні ф/м, ВРП, видимої частини внутрішньої поверхні фільтра, заміру рівня завантаження в присутності представника хімічної служби. За результатами огляду складається акт;
- Періодичне (1 раз на 2 роки) розкриття фільтра з вивантаженням ф/м для профілактичного огляду стану внутрішньої поверхні фільтра, НДП, кріплень НДП, стану хімпокриття. За результатами огляду складається акт;
- Акт огляду фільтрів у міжопалювальний сезон є підставою для визначення готовності/неготовності ТЕЦ до несення навантажень в опалювальний сезон.

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <i>ДП ХН 2216 1440 ПЗ</i> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                           | 65   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           |      |

### 8.3.2 ЗАКЛЮЧНИЙ КОНТРОЛЬ

Заключний контроль проводиться апаратником ХВО і включає в себе визначення степеня нестабільності ( $\Delta J$ ) освітленої води один раз на зміну.

Вапняно-коагульована вода після освітлювачів повинна бути стабільною, тобто не повинна утворювати карбонатних відкладень в завантаженні механічних фільтрів. Орієнтовно степінь нестабільності ( $\Delta J$ ) оцінюють по зниженню лужності освітленої води на механічних фільтрах (по різниці величин загальної лужності води у разових пробах на вході і виході фільтра згідно методики хіміконтролю вод ВПУ). Освітлена вода повинна мати степінь нестабільності  $\Delta J = 0,05-0,1$  мг-екв/дм<sup>3</sup>, але не більше 0,15 мг-екв/дм<sup>3</sup>.

Заключний контроль проводиться хімічною лабораторією ХВО згідно затвердженого графіка і передбачає визначення:

- перманганатної окисності;
- вмісту сполук заліза;
- завислих речовин у освітленій воді;
- вмісту сполук заліза у вхідному колекторі (перед всіма ФМ) [19].

### 8.4 БАЛАНС СПОЖИВАННЯ ОБОРОТНИХ ФОНДІВ НА ПІДПРИЄМСТВІ

Таблиця 8.1 – Баланс споживання оборотних фондів за рік

| Оборотні фонди      | Ціна сировини, грн/т | Норма витрат, т/рік | Ціна, грн/рік |
|---------------------|----------------------|---------------------|---------------|
| Вихідна вода        | 1,16                 | 1631,915            | 1893,02       |
| FeSO <sub>4</sub>   | 1045                 | 14,6                | 15257         |
| Ca(OH) <sub>2</sub> | 1020                 | 65,7                | 67014         |

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | ДП ХН 2216 1440 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    | 66   |

|                    |         |          |          |
|--------------------|---------|----------|----------|
| Кварцовий<br>пісок | 250     | 45       | 11250    |
| Всього             | 2316,16 | 1727,215 | 95414,02 |

До оборотних фондів даного виробництва належать:

1.Сировина:

а) Вихідна вода;

б)  $\text{FeSO}_4$ ;

в)  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ;

г) Кварцовий пісок.

2. Електроенергія;

3. Запасні частини для обладнання.

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | ДП ХН 2216 1440 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    | 67   |

## 8.5 ПАСПОРТ ЯКОСТІ

Паспорт якості, на очищену воду, що випускається відділенням попереднього очищення

Відділення ТЕЦ

Адреса: Київська обл., м. Київ, вул. Правди 31

Паспорт № 00.000

Партія № 00

Найменування продукту: очищена вода

Якість відповідає: ГОСТ 2874-82

Показники якості:

- |                            |                                     |
|----------------------------|-------------------------------------|
| - Жорсткість               | 1,8 – 2,2 мг-екв/ дм <sup>3</sup> ; |
| - Лужність                 | 0,9 – 1,2 мг-екв/ дм <sup>3</sup> ; |
| - Вміст сполук заліза      | ≤ 0,3 мг/дм <sup>3</sup>            |
| - Вміст органічних речовин | ≤ 10 мг/ дм <sup>3</sup>            |
| - Прозорість «хрестом»     | ≥ 30 см                             |
| - Значення рН              | 9,9 – 10,1                          |

Особливі властивості та застережні засоби:

Потрібно проводити жорсткий контроль, щоб всі показники входили в область допустимої норми затвердженої за ГОСТ 2874-82.

Дата виготовлення \_\_\_\_\_.

Лаборант

(підпис)

Технолог \_\_\_\_\_.

(підпис)



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

ДП ХН 2216 1440 ПЗ

Арк.

68

## 8.6 КАЛЬКУЛЯЦІЯ НА ПРОДУКЦІЮ

Калькуляція – спосіб розрахунку загальної суми витрат на придбання матеріальних цінностей, виготовлення та реалізацію продукції. Складемо калькуляцію за елементами на один із видів продукції.

Вартість основних фондів:

Оренда приміщення:

ОФ= 180000грн. (з розрахунку на площу 1000 м<sup>2</sup> за ціною 15000 грн на місяць терміном – 12 місяців).

Таблиця 8.2 – Вартість обладнання

| Обладнання                                             | Кількість,<br>од | Вартість, грн/од | Загальна<br>вартість, грн |
|--------------------------------------------------------|------------------|------------------|---------------------------|
| Механічний<br>фільтр Honeywell<br>F76S- 1.1/2 AAM      | 2                | 40282            | 80564                     |
| Озонатор OG-<br>O1000                                  | 1                | 20250            | 20250                     |
| Ультрафіолет<br>Sterilight S80<br>LightCommercial<br>3 | 2                | 10200            | 20400                     |
| Інше обладнання<br>Відділення                          |                  |                  | 82089                     |
| Загальна вартість<br>обладнання                        |                  |                  | 203303                    |

Ціна електроенергії на рік:

Потужність обладнання N= 30 кВт

Ціна 1кВт=145,37 коп – денний час та в нічний час: 1кВт=100коп.

Хімічне відділення працює 24 годин на добу у 2 зміни по 12 год 365 днів на рік:

$$B_{8.00-20.00} = 12 \cdot 365 \cdot 30 \cdot 1,4537 = 191\,016,18 \text{ грн/рік};$$

$$B_{20.00-8.00} = 12 \cdot 365 \cdot 30 \cdot 1 = 131\,400 \text{ грн/рік}.$$

Сумарні витрати на електроенергію:

$$Z_{e/e} = 191\,016,18 + 131\,400 = 322\,416,18 \text{ грн/рік}.$$

Таблиця 8.3 – Амортизація основних фондів підприємства

| Основні засоби                      | Вартість, грн | Час корисного використання, років | Амортизаційні відрахування, грн/рік |
|-------------------------------------|---------------|-----------------------------------|-------------------------------------|
| Обладнання (honeywell)              | 203303        | 10                                | 20330,3                             |
| Виробничий і господарський інвентар | 25000         | 4                                 | 6250                                |
| Невиробничі активи                  | 15000         | 7                                 | 2142,9                              |
| Транспорт                           | 50000         | 5                                 | 10000                               |
| Всього                              |               |                                   | 38723,2                             |

Загальна сума щорічних відрахувань (амортизація) основних засобів:

$$OF_{\text{рік}} = 180000 + 38723,2 = 218723,2 \text{ грн}.$$

$$OF = 180000 + 50000 + 15000 + 25000 + 203303 = 473303 \text{ грн}.$$

В таблиці 4 наведено заробітні плати працівників для розрахунку ФОП.

Доплата за перепрацювання, виплата за відпустку та лікарняні, премія, становить +20% ФОП = 43214,4.

$$\sum \text{ФОП} = 478260 + 1338000 = 1816260 \text{ грн/рік}$$

Вартість оборотних засобів відділення:

$$OBZ = C_{\text{сиров}} + C_{\text{сел}} + \text{ФОП} =$$

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | ДП ХН 2216 1440 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    | 70   |

$$95414,02+322416,18+1816260 = 2234090,2 \text{ грн/рік.}$$

Таблиця 8.4 – Заробітна плата працівників

| Категорії                              | Назва посади      | Кількість посад | Посадовий оклад, грн | Річний фонд робочого часу, год. | Витрати на з/п, грн./рік | Нарахування на фонд з/п, грн./рік | ФОП грн./рік |
|----------------------------------------|-------------------|-----------------|----------------------|---------------------------------|--------------------------|-----------------------------------|--------------|
| Адміністративно-управлінський персонал | Головний інженер  | 1               | 7000                 | 2016                            | 84000                    | 26880                             | 110880       |
|                                        | Головний технолог | 1               | 7000                 | 2016                            | 84000                    | 26880                             | 110880       |
|                                        | Еколог            | 1               | 3500                 | 2016                            | 42000                    | 15540                             | 57540        |
| Виробничий персонал                    | Лаборант          | 4               | 5000                 | 2084                            | 240000                   | 88800                             | 328800       |
|                                        | Апаратник         | 4               | 5000                 | 2084                            | 240000                   | 88800                             | 328800       |
|                                        | Механік           | 4               | 5000                 | 2084                            | 240000                   | 88800                             | 328800       |
|                                        | Енергетик         | 4               | 5000                 | 2084                            | 240000                   | 88800                             | 328800       |
|                                        | Завідувач складу  | 4               | 3500                 | 2084                            | 168000                   | 53760                             | 221760       |
| Всього:                                |                   | 23              | 41000                | 16468                           | 1338000                  | 478260                            | 1816260      |

## 8.7 РОЗРАХУНОК ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ВІДДІЛЕННЯ

Собівартість води на виході з цеху (за рік) розраховується як:

$$C = O_{\text{БЗ}} + A = O_{\text{БЗ}} + O\Phi_{\text{рік}}$$

Собівартість води на виході з цеху (за рік) складає:

$$C = 2234090,2 + 218723,2 = 2452813,4 \text{ грн/рік}$$

За рік випускається  $1631915 \text{ м}^3$  води очищеної.

|      |      |          |        |      |                    |  |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|--|------|
|      |      |          |        |      | ДП ХН 2216 1440 ПЗ |  | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |  | 71   |

Собівартість 1 м<sup>3</sup> води очищеної:

$$C_{\text{пит}} = C/B = 2452813,4 / 1631915 = 1,50 \text{ грн/ м}^3$$

За одну добу відділ випускає 4 умовні партії води очищеної, кожна по 1117 м<sup>3</sup> (тобто 4471 м<sup>3</sup> за добу. Встановлена ринкова ціна 1,63 грн/ м<sup>3</sup>.

$$\text{Ц} = 1,63 \cdot 1631915 = 2656396,91 \text{ грн/рік.}$$

Розрахунок прибутку здійснюється за формулою:

$$\text{П} = \text{Ц} - \text{C},$$

$$\text{П} = 2656396,91 - 2452813,4 = 203583,51 \text{ грн.}$$

Рентабельність продукту:

$$P = \frac{\text{П}}{\text{C}} \cdot 100 \%,$$

$$P = (203583,51 / 2452813,4) \cdot 100\% = 8,3 \, \%.$$

Період повернення капіталовкладень:

$$K = \text{ОФ} + \text{ОБЗ} = 473303 + 2234090,2 = 2707393,2 \text{ грн.}$$

$$T_{\text{пов.к}} = K/\text{П} = 2707393,2 / 203583,51 = 13 \text{ років.}$$

Коефіцієнт економічної ефективності підприємства:

$$E = \text{П}/K = 203583,51 / 2707393,2 = 0,075 \text{ або } 7,5\%.$$

Фондовіддача:

$$\text{ФВ} = B / \text{ОФ},$$

$$\text{ФВ} = 1631915 / 473303 = 3,45 \text{ грн /грн.}$$

Фондоємність:

$$\text{ФС} = 1/\text{ФВ},$$

$$\text{ФС} = 1 / 3,45 = 0,29 \text{ грн /грн.}$$

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | ДП ХН 2216 1440 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    | 72   |

Таблиця 8.5 – Зведена таблиця

| Показник                                  | Значення             |
|-------------------------------------------|----------------------|
| Річний випуск продукції, м <sup>3</sup>   | 1631915              |
| Чисельність персоналу за списком, чол     | Ч <sub>сп</sub> = 23 |
| Загальна собівартість продукції, грн/рік  | 2452813,4            |
| Ринкова вартість продукції, грн/рік       | 2656396,91           |
| Відносний прибуток, грн/рік               | 203583,51            |
| Рентабельність продукту, %                | 8,3                  |
| Термін повернення капіталовкладень, років | 13                   |
| Коефіцієнт економічної ефективності       | 0,075                |
| Фондовіддача, грн/грн                     | 3,45                 |
| Фондоємність, грн/грн                     | 0,29                 |

ЗАТВЕРДЖУЮ

Відділення ТЕЦ      Директор

\_\_\_\_\_ (ПІБ)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.



М.П.

## Посадова інструкція

технолога  
відділу лабораторії  
відділення очищення води

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р. N \_\_\_\_\_

Дана посадова інструкція розроблена та затверджена на основі трудового договору з технологом і у відповідності з положеннями Трудового кодексу України та інших нормативних актів, що регулюють трудові правовідносини в Україні.

### І. Загальні положення

1.1. На посаду технолога назначається особа, що має вищу технічну освіту та стаж роботи на посаді технолога не менше 2 років.

1.2. Призначення на посаду технолога та звільнення від неї виконується наказом керівника підприємства за пред'явленням начальника лабораторії.

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | ДП ХН 2216 1440 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                    | 74   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

1.3.Технолог відноситься до категорії спеціалістів

1.4.Технолог повинен знати:

- єдину систему технологічної підготовки виробництва;
- стандарти, технічні умови та інші нормативні та керуючі матеріали по проектуванню, розробці та оформленню технологічної документації;
- склад продукту, який виготовляється під час технологічного процесу;
- технічні характеристики та вимоги до продукції, що виготовляється;
- технологію виробництва продукції, що випускається підприємством;
- основне технологічне обладнання підприємства та принципи його роботи;
- методи проведення патентних досліджень;
- основні вимоги організації праці при проектуванні технологічних процесів та обладнання;
- основи економіки, організації праці та виробництва;
- основи трудового законодавства України;
- правила та норми охорони праці.

1.5.На час відсутності технолога (відпустка, хвороба тощо) його обов'язки виконує особа, що призначена наказом керівника підприємства. Дана особа набуває відповідні права та несе відповідальність за виконання покладених на неї обов'язків.

## II. Посадові обов'язки

Технолог зобов'язаний:

2.1. Розробляти технологічні процеси та виробничі інструкції по виготовленню виробів, вузлів, деталей.

2.2.Вносити зміни в технічну документацію в зв'язку з коректуванням технологічних процесів та режимів виробництва.

2.3.Приймати участь в складанні планів розміщення обладнання, технічного оснащення та організації робочих місць.

2.4. Розробляти технологічні інструкції, карти якості продукції та іншу технологічну документацію.

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <i>ДП ХН 2216 1440 ПЗ</i> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                           | 75   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           |      |

2.5. Скласти завдання відповідному конструкторському бюро на проектування оснащення, інструменту.

2.6. Контролювати виконання на виробництві технологічного процесу та у випадках відхилень доповідати начальнику лабораторії.

2.7. Приймати участь в проведенні патентних досліджень.

2.8. Вивчати передовий вітчизняний та зарубіжний досвід в області застосування нової технології в даній галузі виробництва.

2.9. Приймати участь у підвищенні якості продукції та сертифікації виробництва.

2.10. Видавати завдання та виконувати контроль та керівництво роботою підлеглих йому виконавців.

2.11. Вивчати інформацію про ринок технологій та продукції.

2.12. Приймати участь у впровадженні нових технологічних процесів.

### III. Права

Технолог має право:

3.1. Контролювати дотримання технологічної дисципліни та доповідати начальнику лабораторії про всі порушення.

3.2. Вимагати від відділу виробничого цеху змін конструкцій деталей, вузлів, систем у випадку їх не технологічності.

3.3. Вимагати зупинки випуску продукції, якщо вони виконуються з відхиленнями від технологічних умов в результаті недотримання технологічного процесу.

### IV. Відповідальність

Технолог несе відповідальність:

4.1. За невиконання (неналежне виконання) своїх посадових обов'язків, що передбачені даною посадовою інструкцією, в межах, що визначені трудовим кодексом України.

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <i>ДП ХН 2216 1440 ПЗ</i> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                           | 76   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           |      |

4.2. За нанесення матеріального збитку – в межах, визначених трудовим та цивільним законодавствами України.

4.3 За здійснені в процесі виконання своєї діяльності правопорушення – в межах, визначених адміністративним, каральним та цивільним законодавствами України.

Посадова інструкція розроблена у відповідності з \_\_\_\_\_  
(найменування,  
\_\_\_\_\_  
номер і дата документу)

Керівник лабораторії (П.І.П.)

\_\_\_\_\_  
(підпис)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_р.

З інструкцією ознайомлений: (П.І.П.)

\_\_\_\_\_  
(підпис)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_р.

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | ДП ХН 2216 1440 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                    | 77   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

## 9 ОХОРОНА ПРАЦІ

Розглянувши технологічну схему, можна прийти до висновку, що у відділенні використовуються шкідливі й небезпечні виробничі фактори, такі як: пожежонебезпечні речовини, електроенергія, агресивні і токсичні речовини, енергія стисненого газу і хімічних реакцій.

У відділенні до небезпечного обладнання відносять: механічний фільтр, озонатор і електрофіолетова лампа.

Проектні рішення прийняті з врахуванням вимог охорони праці та пожежної безпеки.

В даному розділі на основі оцінки шкідливих та небезпечних виробничих факторів, з урахуванням особливостей виробничого середовища відділення розроблено комплекс заходів щодо створення здорових та безпечних умов праці та пожежної безпеки.

### 9.1 ВИЯВЛЕННЯ ТА АНАЛІЗ ШКІДЛИВИХ І НЕБЕЗПЕЧНИХ ВИРОБНИЧИХ ФАКТОРІВ НА ПРОЕКТОВАНОМУ ОБ'ЄКТІ. ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ

#### 9.1.1 ПОВІТРЯ РОБОЧОЇ ЗОНИ

Згідно ДСН 3.3.6.042 – 99 роботи у відділенні відносяться до категорії середньої важкості Пб. У таблиці 9.1 наведені оптимальні значення параметрів мікроклімату, прийняті проектом [1].

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

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | ДП ХН 2216 1440 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    | 78   |

Таблиця 9.1 – Санітарні норми мікроклімату

| Період року | Категорія робіт         | Оптимальні величини |                    |                             | Допустимі величини          |                               |                             |                               |                                                                     |                                                                          |  |
|-------------|-------------------------|---------------------|--------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|--|
|             |                         | Температура повітря | Відносна вологість | Швидкість руху повітря, м/с | Температура °С              |                               |                             |                               | Відносна вологість (%) на робочих місцях – постійних і не постійних | Швидкість руху(м/с) повітря на робочих місцях – постійних і не постійних |  |
|             |                         |                     |                    |                             | Верхня межа                 |                               | Нижня межа                  |                               |                                                                     |                                                                          |  |
|             |                         |                     |                    |                             | На постійних робочих місцях | На непостійних робочих місцях | На постійних робочих місцях | На непостійних робочих місцях |                                                                     |                                                                          |  |
| Холодний    | Середньої важкості II б | 17-19               | 60-40              | 0,2                         | 21                          | 23                            | 15                          | 3                             | 75                                                                  | не більше 0,4                                                            |  |
| Теплий      |                         | 20-22               | 60-40              | 0,3                         | 27                          | 29                            | 15                          | 5                             | 70                                                                  | 0,5-0,2                                                                  |  |

У відділенні попереднього очищення води передбачається використання агресивних та шкідливих речовин, допустимих у виробництві, вивільнених в процесі перевезення, зберігання і переробки з характеристикою його токсичності. Тому в таблиці 9.2 представлено коротку санітарну характеристику цеху згідно до ГОСТ 12.1.005-88.

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

ДП ХН 2216 1440 ПЗ

Арк.

79

Таблиця 9.2 – Коротка санітарна характеристика цеху, що проектується

| Назва виробничої ділянки | Шкідливі речовини, що виділяються, | Група шкідливої речовини, характеристика шкідливої дії                                    | ГДК шкідливої речовини у | Клас небезпечності | Засоби індивідуального захисту: тип, марка,                            | Засоби доікарняної допомоги                                  | Методи контролю шкідливої речовини у повітрі          |
|--------------------------|------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------|------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| Озонатор                 | O <sub>3</sub>                     | II група, подразнюючі, речовини, які діють на слизові оболонки очей, носу, гортані, шкіри | 0,1                      | I                  | Напівмаска 3м серії 6000 3 фільтром 6057 ABE1                          | Забезпечити доступ свіжого повітря і дати випити води        | Гравіметричний та санітарно-хімічний, 1 раз на місяць |
| Освітлювач               | Вапняне молоко                     |                                                                                           | 6                        | IV                 | Спеціальний одяг, ГОСТ 27574; захисні окуляри, ТИП Г по ГОСТ 12.4.013; | Витерти осад, промити водою та 2% розчином борної кислоти    |                                                       |
|                          | Сірчано-кисле залізо               |                                                                                           | 2                        | IV                 | резинові рукавиці, тип В, ГОСТ 20010;                                  | Промити водою чи змочити 24% розчином соди чи фосфату натрію |                                                       |

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

ДП ХН 2216 1440 ПЗ

Арк.

80

Для нормалізації повітря робочої зони проектом передбачено використання системи штучної вентиляції. Природний обмін повітря здійснюється за допомогою вікон.

Для нормалізації мікроклімату застосовуємо змішану загальнообмінну вентиляцію, для рівномірного повітрообміну. Місцева вентиляція служить для подачі свіжого повітря до робочого місця. Аерація - передбачена для видалення забрудненого повітря з місця його утворення.

Для підвищення ефективності вентиляційних систем передбачена герметизація всього технологічного обладнання.

Передбачено аварійну вентиляцію (тільки витяжна), яка призначена для швидкого видалення великих кількостей шкідливих та вибухонебезпечних речовин, а також забрудненого пилом повітря, що виникає при порушеннях технологічного процесу або аваріях технологічного обладнання.

Для контролю мікроклімату використовуються: термометри, психрометри.

### **Розрахунок аерації цеху**

Конструкція стулки віконного прорізу - одинарна підвісна. Висота й довжина стулки рівні, кут відкриття стулки  $\alpha = 45^\circ$ . Ліхтар П-подібний із фрамугами на вертикальній осі з вітрозахисними панелями, які перебувають на відносній відстані  $l/h = 1,5$ , з кутом відкриття  $\alpha = 90^\circ$ . Визначаємо температуру повітря, що видаляється з верхньої частини приміщення:

$$t_{\text{вид}} = t_{\text{зовн}} + \frac{t_{\text{вн}} - t_{\text{р.з.}}}{m}, \text{ } ^\circ\text{C},$$

де  $t_{\text{зовн}}$  - температура зовнішнього повітря, для Києва в теплий період  $t=23,5^\circ$ ;  $t_{\text{вн}}$  - температура внутрішнього повітря;  $t_{\text{вн}}=22^\circ\text{C}$ ;  $t_{\text{р.з.}}$  - температура повітря, що надходить до робочої зони.  $t_{\text{р.з.}} = t_{\text{зовн}}$ ,  $t_{\text{р.з.}} = 23,5^\circ\text{C}$ ;  $m$  - коефіцієнт, приймаємо 0,53;

$$t_{\text{вид}} = 23,5 + \frac{22 - 23,5}{0,53} = 20,67, \text{ } ^\circ\text{C}.$$

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <i>ДП ХН 2216 1440 ПЗ</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           | 81   |

Визначаємо питому вагу повітря:

$$\rho = \frac{353}{t + 273}, \text{ кг/м}^3;$$

$$\rho_{\text{зовн}} = \frac{353}{23,5 + 273} = 1,191, \text{ кг/м}^3;$$

$$\rho_{\text{вуд}} = \frac{353}{20,67 + 273} = 1,202, \text{ кг/м}^3.$$

Розподілений тиск визначаємо по формулі:

$$\Delta\rho_{1,2} = h \cdot (\rho_{\text{зовн}} - \rho_{\text{вуд}}), \text{ кг/м}^2,$$

де  $h$  - відстань між осями прорізів;  $h=10$  метрів

$$\Delta\rho_{1,2} = 10 \cdot (1,202 - 1,179) = 0,11, \text{ кг/м}^2.$$

Втрати тиску на прохід повітря через припливні прорізи можна визначити по формулі:

$$\Delta\rho_1 = \beta \cdot \Delta\rho_{1,2}, \text{ кг/м}^2,$$

де  $\beta$  - різниця тисків, що використовується на прохід повітря через припливні прорізи,  $\beta=0,4$ ,

$$\Delta\rho_1 = 0,4 \cdot 0,11 = 0,044, \text{ кг/м}^2;$$

Втрати тиску на прохід повітря через ліхтар визначаємо по формулі:

$$\Delta\rho_2 = \Delta\rho_{1,2} - \Delta\rho_1, \text{ кг/м}^2;$$

$$\Delta\rho_2 = 0,11 - 0,044 = 0,066, \text{ кг/м}^2.$$

Визначаємо площу прорізів у стіні  $F_{\text{припл}}$  і площа прорізів ліхтаря  $F_{\text{л}}$ :

$$F_{\text{припл}} = \frac{G_{\text{припл}}}{3600 \sqrt{\frac{2 \cdot g \cdot \rho_{\text{зовн}} \cdot \Delta\rho_1}{\xi_1}}}, \text{ м}^2;$$

$$F_{\text{припл}} = \frac{4200}{3600 \sqrt{\frac{2 \cdot 9,8 \cdot 1,191}{3,7} \cdot 0,024}} = 29,98, \text{ м}^2;$$

$$F_{\text{вуд}} = \frac{G_{\text{вуд}}}{3600 \sqrt{\frac{2 \cdot g \cdot \rho_{\text{зовн}} \cdot \Delta\rho_2}{\xi_1}}}, \text{ м}^2;$$

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | ДП ХН 2216 1440 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    | 82   |

$$F_{вид} = \frac{30294}{3600 \sqrt{\frac{2 \cdot 9,8 \cdot 1,202}{4,1} \cdot 0,096}} = 11,33, \text{м}^2,$$

де  $G_{прпл.}$  - кількість повітря, що повинна надходити в приміщення.  $G_{вид.}$  - кількість повітря, що видаляється.

### 9.1.2 ВИРОБНИЧЕ ОСВІТЛЕННЯ

Згідно ДБН В.2.5-28-2006 у відділі водопідготовки виконуються роботи VIII б розряду зорових умов.

В таблиці 9.3 представлені санітарні норми освітлення, наведені значення параметрів освітлення, прийняті проектом.

Таблиця 9.3 – Норми параметрів освітлення

| Розряд зорових<br>робіт | Характер зорових<br>робіт                                                       | Освітленість при<br>суміщеному освітленні | Значення КЕО, %                 |                                  |        |
|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|--------|
|                         |                                                                                 |                                           | При<br>природному<br>освітленні | При<br>сполученому<br>освітленні |        |
|                         |                                                                                 |                                           | бокове                          | спеціальне                       | верхнє |
| VIII б                  | Загальне періодичне спостереження при постійному перебуванні людей у приміщенні | 100                                       | 0,3                             | 0,2                              | 0,7    |

Система штучного освітлення – комбінована, на виробництві прийняті люмінесцентні лампи типу ЛД-80 з потужністю 80 Вт, та світловим потоком – 4200 Лм.

Для аварійного й евакуаційного освітлення передбачене застосування ламп розжарювання, поміщених у світильник "Альфа", а також переносних світильників "Універсаль" УП-200, напругою 12В.

При відключенні робочого освітлення передбачена система аварійного освітлення. Світильники аварійного освітлення 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 ВИРОБНИЧИЙ ШУМ ТА ВІБРАЦІЇ

У цеху водопідготовки основними джерелами шуму є мішалки, освітлювач, насос та озонатор. Джерелом шуму також є електроприводи обладнання. Шум створює також матеріали (кварцовий пісок), що завантажуються у фільтри. Згідно ДСН 3.3.6.037 - 99 допустимий рівень звуку у виробничих приміщеннях дорівнює  $L_n = 80$  дБА.

Також в цеху підготовки сировинної суміші існують джерела, що викликають вібрацію. До них відносять габаритне устаткування і його вузли, які обертаються з великою швидкістю.

Для боротьби із шумом передбачаються наступні заходи: відведені спеціальні звукоізолюючі кабінки; внутрішні поверхні, облицьовані матеріалами, які поглинають шум. Створюються мал шумні механічні передачі, розроблено способи зниження шуму в підшипникових вузлах, вентиляторах.

Щодо вібрації – мінімізовано контакт працівників з віброоб'єктами шляхом використання дистанційного керування, автоматичного контролю та сигналізації, а також застосування захисного огороження. Для зменшення вібрації використовується віброізоляція, шляхом застосування пружинних і гумових прокладок, спеціальних підкладок під устаткування.

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | ДП ХН 2216 1440 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                    | 84   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

#### 9.1.4 ЕЛЕКТРОБЕЗПЕКА

Електрообладнання у відділенні підготовки води очищеної живиться від трьохфазної чотирьохпровідної електричної мережі змінного струму промислової частоти напругою 380/220 В з глухозаземленою нейтраллю.

Можливими причинами ураження людей електричним струмом є:

- дотик до відкритих струмоведучих частин;
- дотик до струмопровідних неструмоведучих елементів, які опинилися під напругою в результаті порушення ізоляції;
- ураження кроковою напругою;
- ураження через електродугу.

У відділенні, яке проектується, з метою збереження здоров'я персоналу всі струмоведучі частини устаткування, до яких можливий дотик персоналу, ізолювані. Опір ізоляції електропроводів вище 0,5 МОм.

Напруга переносних ламп не вище 36 В. Для переносних електроінструментів застосовують малі напруги. Передбачено спецодяг: діелектричні рукавички, боти.

Напруга озонатора не вище 220 В. Насоси також можуть призвести до ураження струмом від металевих частин насосів. Передбачено спецодяг та ізоляцію.

Відповідно ГОСТ 12.1.038 - 82 допустимі рівні напруги дотику ( $U_d$ ) і струму, що проходить через тіло людини ( $I_l$ ) дорівнює: при нормальному режимі роботи електроустаткування  $U_d = 2\text{В}$ , а  $I_l = 0.3\text{мА}$ ; при аварійному - відповідно 36В і 6мА. Припустимі значення струму й напруги:

- у нормальному режимі роботи

$$I_l = 0,3 \text{ ма і } U_{\text{пр}} = 2 \text{ В, при часі дії до 10 хв/добу;}$$

- в аварійному режимі роботи:

$$I_l = 6 \text{ ма і } U_{\text{пр}} = 36 \text{ В, при контакті більше 1 с.}$$

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | ДП ХН 2216 1440 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                    | 85   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

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

Струм, що проходить через людину в цьому випадку, складе:

$$I_{\text{л}} = \frac{U_{\text{ф}} \cdot 10^3}{R_{\text{л}} + R_0}, \text{ мА } ,$$

де  $U_{\text{ф}} = 220 \text{ В}$  – фазна напруга, В;  $R_{\text{л}} = 2000 \text{ Ом}$  – опір тіла людини, Ом;  $R_0 = 30 \text{ Ом}$  – опір нейтралі заземлення, Ом.

$$I_{\text{л}} = \frac{220 \cdot 10^3}{2000 + 30} = 109,8 \text{ мА } ,$$

При цьому напруга дотику складе:

$$U_{\text{дот}} = I_{\text{л}} \cdot R_{\text{л}} = 0,1098 \cdot 2000 = 219,6 \text{ В}.$$

Висновок: розрахувавши струм, що проходить через людину і напругу дотику, і порівнявши їх з значеннями, що допустимі і нормовані за ГОСТ 12.1.038 – 82 ми бачимо, що експлуатація таких установок та порушення вимог ПУЕ є небезпечною для здоров'я і життя людини. Тому необхідно вжити таких заходів, щодо забезпечення електробезпеки.

Для захисту від електрики впроваджено такі заходи: занулення електроустаткування; захист електропроводки від механічних ушкоджень прокладкою проводів у металевих трубах, схованої, у металорукавах; установка електроустаткування відповідно до умов навколишнього середовища, закриті пилонепроникні електродвигуни та світильники; захисне відключення електроустаткування.

Передбачене використання захисного одягу та пристроїв: діелектричні рукавички, інструменти з ізолюючими рукоятками, покажчики напруги, діелектричні калоші, що ізолюють підставки, тимчасові огороження, захисні окуляри, подвійна ізоляція, застосування малих напруг. Блокування в системах пуску і зупинки обладнання.

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | ДП ХН 2216 1440 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                    | 86   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

Недоступність струмоведучих частин. Передбачений систематичний контроль ізоляції.

До роботи з електрообладнанням допускаються особи, які мають на це дозвіл посадових осіб. Ремонт і обслуговування електроустаткування здійснюють не менше 2 осіб. Схема автоматизації передбачає блокування і можливість автоматичного, аварійного відключення устаткування, а також сигналізацію.

#### **9.1.5 БЕЗПЕКА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ТА ОБСЛУГОВУВАННЯ ОБЛАДНАННЯ**

У відділенні є механізми, які зможуть завдати обслуговуючому персоналу травм це:

- обертові деталі;
- апарати під тиском (до 0,1 МПа).

Можливі падіння людей з висоти 6 м, тому вони вони огорожені перилами висотою до 1 м.

Аварійні ситуації можуть виникнути при порушенні технологічного режиму неправильної експлуатації обладнання, поломки обладнання можуть призвести до аварій, вибухів, пожеж.

Головні причини аварійних ситуацій: порушення герметичності установок, прорив транспортних труб, припинення подачі технологічної води, захаращеність робочих місць, порушення технологічного режиму, відключення електроенергії, невиконання правил з техніки безпеки та інші.

Для екстреної зупинки роботи установки передбачено використання кнопки зупинення роботи установки «Стоп» на щиті керування. Для підтримки устаткування у справному стані передбачено своєчасне проведення її технічного обслуговування та ремонту.

Для забезпечення безпеки процесу передбачені такі заходи:

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <i>ДП ХН 2216 1440 ПЗ</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           | 87   |

- технологічна схема прийнята з мінімально можливим набором апаратів при забезпеченні потрібної якості товарної продукції;
- доступ до апаратів нічим не ускладнений, усі апарати установки знаходяться у межах доступу людини;
- передбачено комплексну автоматизацію установки, сигнальні датчики, що сигналізують про перепад тиску, що забезпечують контроль обладнання. Також усе керування установкою винесене на щит керування.

## 9.2 ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА

В якості сировини використовуються негорючі матеріали, виходячи з цього, причиною самозаймання може бути займання електропроводки.

Можливими причинами загорянь установки може бути наступне:

- перенавантаження електродвигунів;
- джерелом пожеж і вибухів може бути в умовах установки, що проектується прямий удар блискавки (захист установки від блискавки не передбачений).

Заходи захисту при виникненні пожежі:

- в установці є кран, що дозволяє пустити воду на потребу пожежогасіння;
- використовуються вогнегасники типу ОУ-1;
- на двигунах стоять запобіжники сухого ходу;
- вся проводка ізольована;

Захист від прямих ударів блискавки забезпечується завдяки стержневим блискавковідводам. В приміщенні є два евакуаційні виходи на випадок виникнення пожежі. Всі електроустановки захищені автоматичними пристроями від струмів короткого замикання.

Вогнегасники, що використовуються у даному проекті мають червоний колір корпусу і раз на 5 років проходять перевірку у відповідних інстанціях.

Показники пожежо- та вибухонебезпечності речовин та матеріалів наведені в таблиці 9.4

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | ДП ХН 2216 1440 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    | 88   |

Таблиця 9.4 – Характеристика пожежо-небезпечних речовин

| Речовини, що мають обіг у виробн.<br>ГОСТ | Агре-гатний стан речов. в норм,<br>умовах | Горючість. займистість | Показники<br>пожежо-<br>вибухо<br>небезпечності,<br>°C |                             | Вогнегасні засоби         | Категорія приміщення за ОНТП<br>24-86 | Клас приміщення /зона/ і<br>зовнішніх установок згідно з ПУЕ | Категорія об'єкта і тип зони<br>захисту щодо влаштуванню<br>блискавкозахисту згідно з СН 305-<br>77 |
|-------------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------|--------------------------------------------------------|-----------------------------|---------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                           |                                           |                        | Температура<br>спалаху                                 | Температура<br>самозаймання |                           |                                       |                                                              |                                                                                                     |
| Машинне<br>масло<br>(насос)               | Рідке                                     | Горить                 | 180                                                    | 380                         | Порошок<br>ПСБ і СН-<br>2 | Д                                     | П-II а                                                       | III а                                                                                               |
| Гума<br>(спец-<br>одяг)                   | Тверде                                    | Горить                 | 220                                                    | 400                         | ОХП – 10                  |                                       |                                                              |                                                                                                     |

## ВИСНОВКИ

В даному дипломному проекті розроблено схему попереднього очищення води озонуванням для запобігання біобростань.

Для того щоб отримати воду більш високої якості та уникнути біобростання, проведена реконструкція цеха, яка передбачає введення методу озонування для повного знезараження води і ультрафіолетового опромінення, цим самим забезпечується зниження завислих часточок у воді, зменшується кількість високомолекулярної органіки та проводиться дезинфікація води.

Основним апаратом технологічної схеми виступає механічний фільтр, який має продуктивність за очищеною водою 180 м<sup>3</sup>/годину, кількість фільтрів на станції 4. Допоміжним обладнанням в цій схемі є промисловий кисневий озонатор серії OG-O1000 з продуктивністю 1,86 кг/ год. І ультрафіолетові лампи типу Sterilight SV86 Light Commercial і Sterilight SV50 Ligh Commercial.

Розроблені рішення автоматизації схеми дозволяють значно зменшити кількість персоналу у відділенні. Необхідна тільки присутність на п'яти стадіях, щоб слідкувати за показаннями електроприладів, які розміщені на пульті керування і відбирати проби на контроль. Існують перспективи модернізації подальшого розвитку системи автоматизації даного технологічного процесу.

Дане виробництво є екологічно безпечним. Стоки, які утворюються після промивки фільтрів поступають на повторне очищення, а шлам, що виділяється після стадії коагуляції регенерується та йде на подальше використання. Розраховано екологічні платежі у випадку аварійного скиду стоків у міську каналізацію, які складають 121,97 грн./м<sup>3</sup>.

Дипломний проект виконаний з урахуванням вимог охорони праці, пожежної та екологічної безпеки виробництва. В даному розділі для аналізу шкідливих, небезпечних виробничих факторів передбачені заходи і засоби

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <i>ДП ХН 2216 1440 ПЗ</i> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                           | 90   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           |      |

щодо створення на об'єкті здорових безпечних умов праці, пожежної безпеки.

В економічній частині диплома приведені техніко-економічні показники. За результатами розрахунків, можна сказати, що дана модернізація є економічно доцільною. Собівартість попередньо очищеної і знезараженої води складає 1,50 грн./м<sup>3</sup>.

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <i>ДП ХН 2216 1440 ПЗ</i> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                           | 91   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           |      |

## СПИСОК ПОСИЛАНЬ

1. Методи очищення стічних вод [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://pidruchniki.com/14940511/ekologiya/metodi\\_ochischennya\\_stichni\\_h\\_vod/](http://pidruchniki.com/14940511/ekologiya/metodi_ochischennya_stichni_h_vod/), вільний. – Загол. з екрана. – Мова укр.
2. Методи боротьби з біообростаннями в системах питного водопостачання [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.voda.na.by/index.files/16.htm>, вільний. – Загол. з екрана. – Мова рос.
3. Екологічна безпека стану питної води в Україні [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://eco.com.ua/content/ekologichna-bezpeka-stanu-pitnoyi-vodi-v-ukrayini/>, вільний. – Загол. з екрана. – Мова укр.
4. Статистичний аналіз показників якості дніпровської води та напрямки реконструкції водоочисних споруд ДнВС м. Києва. Частина 1 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://dana-water.at.ua/publ/udalenie\\_organiki/statistichnij\\_analiz\\_pokaznikov\\_jakosti\\_dniprovskoji\\_vodi\\_ta\\_naprjamki\\_rekonstrukciji\\_vodoochisnikh\\_sporud\\_dnvs\\_m\\_kieva\\_chastina\\_1/4-1-0-4/](http://dana-water.at.ua/publ/udalenie_organiki/statistichnij_analiz_pokaznikov_jakosti_dniprovskoji_vodi_ta_naprjamki_rekonstrukciji_vodoochisnikh_sporud_dnvs_m_kieva_chastina_1/4-1-0-4/), вільний. – Загол. з екрана. – Мова укр.
5. Знезараження питної води [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://medical-enc.com.ua/obezzarazhivanie-pitevoj-vody.htm/>, вільний. – Загол. з екрана. – Мова укр.
6. Знезараження води озоном [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://bibliograph.com.ua/spravochnik-144-2/107.htm/>, вільний. – Загол. з екрана. – Мова укр.
7. Перспективність застосування УФ опромінення для знезараження питної води на об'єктах комунального господарства. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://ukrengineer.com/pdf/uv\\_pitna\\_voda.pdf](http://ukrengineer.com/pdf/uv_pitna_voda.pdf), вільний. – Загол. з екрана. – Мова укр.
8. Коагуляція води [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://mediclub.com.ua/index.php?newsid=13139>, вільний. – Загол. з екрана. – Мова укр.

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <i>ДП ХН 2216 1440 ПЗ</i> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                           | 92   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           |      |

9. Лихачев, Н.И. Канализация населенных мест и промышленных предприятий. Справочник проектировщика [Текст] /Н.И. Лихачев, И.И. Ларин, С.А. Хаскин и др.; - М.: Стройиздат, 1981. – 635 с.
10. Кожин, В.Ф. Очистка питьевой и технической воды. Примеры и расчеты: Учеб. пособие для вузов. 4-е изд., репринтное [Текст] / В.Ф.Кожин. – М.: ООО «БАСТЕТ», 2008. – 304с.
11. Интернет ресурс «Вікіпедія»: <http://uk.wikipedia.org>.
12. Семенова Т.А.Очистка технологических газов. [Текст] / Семенова Т.А., Лейтес И.Л. –Химия, 1977. - 488 с.
13. Коуль Л., Ризенфельд Ф,С. Очистка газа . [Текст] / М.: Недра, 1968. - 392 с
14. Масляев В.С., Белогуров Ю.Н. Охрана атмосферы от загрязнения вредными веществами в условиях Донбасса. [Текст] /– Д.: ДПИ, 1984, - 76 с
15. Интернет ресурс. Продукти та послуги «Dow Chemical» [електронний документ] режим доступу: [www.filmtec.membrane.com](http://www.filmtec.membrane.com).
16. Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод / А. К. Запольський, Н. А. Мішкова-Клименко, І. М. Астрелін та ін. – К.: Лібра, 2000. – 552 с.
17. Лукінюк М. В. Технологічні вимірювання та прилади [Текст] : навч. посіб. для студ.вищ. навч. закл. / М. В. Лукінюк. – К.: НТУУ «КП», 2007. – 436 с. : іл. – Бібліогр.: с. 427–428. –200 пр. – ISBN 978-966-622-247-6.
18. 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 «КП», 2008. – 236 с. : іл. – Бібліогр.: с. 230–231. – 200 пр. – ISBN 978-966-622-287-2.
19. Контроль виробничих процесів: поняття, зміст і види. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://osvita.ua/vnz/reports/management/14372/>, вільний. – Загол. з екрана. – Мова укр.

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <i>ДП ХН 2216 1440 ПЗ</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           | 93   |

20. ДБН В.2.5-28-99 Інженерне обладнання будинків і споруд.  
Природне і штучне освітлення.

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | ДП ХН 2216 1440 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                    | 94   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |