

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

Факультет водогосподарської інженерії та екології
Кафедра цивільної інженерії, технологій будівництва і захисту довкілля

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
Зав. кафедри цивільної інженерії,
технологій будівництва і захисту
довкілля, професор
Волкова Вікторія Євгенівна
«___»_____2024 р.

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до дипломної роботи
освітній ступінь «Бакалавр»

на тему: «УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПІДГОТОВКИ ПИТНОЇ
ВОДИ НА АУЛЬСЬКОМУ ВОДОЗАБОРІ»

Виконала: здобувачка вищої освіти
4 курсу групи ТЗНС-20
спеціальність 183 «Технології
захисту навколишнього
середовища»
освітньо-професійна програма
«Технології захисту
навколишнього середовища»
Лілія КУЗЬМІНА

Керівник: к.т.н., доц. Геннадій ГАПІЧ

Дніпро – 2024 рік

Дніпровський державний аграрно-економічний університет
Факультет водогосподарської інженерії та екології

Кафедра цивільної інженерії, технологій будівництва і захисту довкілля
Спеціальність 183 «Технології захисту навколишнього середовища»

ЗАТВЕРДЖУЮ:
проф. Вікторія ВОЛКОВА
«___» _____ 2024 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломну роботу для здобуття освітнього ступеня «Бакалавр»
здобувачці вищої освіти
Кузьміної Лілії Ігорівни

1. Тема проекту (роботи) «Удосконалення технології підготовки питної води на Аульському водозаборі» керівник роботи:

Гапіч Геннадій Васильович, к.т.н., доцент.

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

затверджена наказом по ДДАЕУ від «05» квітня 2024 р. № 723.

2. Термін здачі здобувачем вищої освіти закінченого проекту (роботи): «18» червня 2024р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи): технічний регламент підприємства, хімічні та фізичні показники якості води, технологічний опис підготовки питної води.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити): Вступ. 1 Сучасний стан водозабезпечення та огляд нормативів правової бази України та країн ЄС; 2 Об'єкт, умови та методика проведення досліджень; 3 Порівняння стандартів; 4 Технологія підготовки та знезараження питної води на Аульському водоводі; 5 Технологічні схеми та характеристика приладів; 6 Заходи щодо удосконалення технологічного процесу підготовки питної води; 7 Обґрунтування альтернативних технологічних рішень щодо знезаражування питної води; 8 Економічні показники альтернативних методів підготовки питної води; 9 Охорона праці.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

Рисунків – 12

Таблиць – 8

Використаної літератури – 20

Розділів – 9

Сторінок – 79

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН РОБОТИ

№ п/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Вступ.	29.04.24–30.04.24	виконано
2.	Сучасний стан водозабезпечення та огляд нормативів правової бази України та країн ЄС	06.05.24–15.05.24	виконано
3.	Об'єкт, умови та методика проведення досліджень	15.05.24–18.05.24	виконано
4.	Порівняння стандартів	19.05.24–22.05.24	виконано
5.	Технологія підготовки та знезараження питної води на Аульському водоводі	22.05.24– 28.05.24	виконано
6.	Технологічні схеми та характеристика приладів	30.05.24–01.06.24	виконано
7.	Заходи щодо удосконалення технологічного процесу підготовки питної води	30.05.24–01.06.24	виконано
8.	Обґрунтування альтернативних технологічних рішень щодо знезаражування питної води	01.06.24–02.06.24	виконано
9.	Економічні показники альтернативних методів підготовки питної води	02.06.24–03.06.24	виконано
10.	Охорона праці	04.06.24–06.06.24	виконано
11.	Висновки	07.06.24–08.06.24	виконано
12.	Список літератури	29.04.24–13.06.24	виконано
13.	Оформлення роботи	13.06.24–15.06.24	виконано

Здобувачка вищої освіти _____ Кузьміна Л.І.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи) _____ Гапіч Г.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Дипломна робота складається з 9 розділів, в яких розкрита проблема підготовки питної води на даний момент, містить 79 сторінок тексту, 8 таблиць, 12 рисунків, 20 літературних джерел.

Об'єкт досліджень: водоочищення, водопідготовка питної води та вдосконалення технологічних складових на Аульському водоводі.

Предмет досліджень: обладнання для очистки води, технологічні процеси підприємства, хіміко-фізички показники якості питної води.

Мета роботи – на підставі діючої методики очистки та знезаражування води, розібрати недоліки та переваги підготовки питної води до споживання та надати рекомендації щодо покращення очистки води.

Завдання роботи:

1. Порівняти якість питної води у країнах Європейського Союзу та України.
2. Описати методи очистки, знезаражування питної води та технологічні схеми основних апаратів на підприємстві.
3. Визначити заходи по удосконаленню процесу очистки води на підприємстві.
4. Визначити сучасні методи знезараження питної води.

Методи дослідження – підприємство з підготовки питної води КП «Аульський водовід», методи очищення питної води, питна вода після очищення, технологічний процес очищення води.

ОЧИЩЕННЯ, ЗНЕЗАРАЖЕННЯ, ПИТНА ВОДА, ХЛОР, ОЗОН, ВОДСТІЙНИКИ, ЗМІШУВАЧІ, РЕЗЕРВУАРИ, ХЛОРАТОРИ, ФІЛЬТРИ, НАСОСНА СТАНЦІЯ.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1. СУЧАСНИЙ СТАН ВОДОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА ОГЛЯД НОРМАТИВНОЇ ПРАВОВОЇ БАЗИ УКРАЇНИ ТА КРАЇН ЄС	8
1.1 Водна безпека та система водопостачання в Україні.....	8
1.2 Необхідність і право водозабезпечення водопостачання людей згідно з резолюцією ООН.....	9
1.3 Сучасний стан водозабезпечення в країнах ЄС.....	11
2. ОБ'ЄКТ, УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	13
3. ПОРІВНЯННЯ СТАНДАРТІВ І ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	16
4. ТЕХНОЛОГІЯ ПІДГОТОВКИ ТА ЗНЕЗАРАЖЕННЯ ПИТНОЇ ВОДИ НА АУЛЬСЬКОМУ ВОДОВОДІ	22
4.1 Фізико-хімічні основи процесу очищення питної води на підприємстві.....	22
4.2 Характеристика реагентів, що застосовуються.....	25
5. ТЕХНОЛОГІЧНІ СХЕМИ ТА ЇХ ХАРАКТЕРИСТИКА	30

6. ЗАХОДИ ЩОДО УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ПІДГОТОВКИ ПИТНОЇ ВОДИ.....	43
6.1 Технологічний процес підготовки питної води.....	45
7. ОБҐРУНТУВАННЯ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ ЩОДО ЗНЕЗАРАЖУВАННЯ ПИТНОЇ ВОДИ.....	60
7.1 Застосування хлору в сучасних методах знезаражування води.....	60
7.2 Застосування озону в сучасних методах знезаражування води.....	62
7.3 Інші сучасні методи знезаражування води.....	63
8. ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ АЛЬТЕРНАТИВНИХ МЕТОДІВ ЗНЕЗАРАЖУВАННЯ ВОДИ.....	65
9. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	68
9.1 Охорона праці в Україні.....	68
9.2 Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів.....	69
9.3 Охорона навколишнього середовища.....	72
ВИСНОВКИ.....	74
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	78

ВСТУП

Актуальність теми. Тема знезараження та підготовки питної води є дуже актуальною у світі, якість питної води на пряму впливає на здоров'я та рівень життя людини. Погано знезаражена та очищена вода може негативно впливати на здоров'я людства.

Тому тема очищення питної води буде завжди актуальною і затребуваною, задля нормального самопочуття і здоров'я населення.

Об'єкт досліджень: водоочищення, водопідготовка питної води та вдосконалення технологічних складових на Аульському водоводі.

Предмет досліджень: обладнання для очистки води, технологічні процеси підприємства, хіміко-фізички показники якості питної води.

Мета роботи – на підставі діючої методики очистки та знезаражування води, розібрати недоліки та переваги підготовки питної води до споживання та надати рекомендації щодо покращення очистки води.

1. Порівняти якість питної води у країнах Європейського Союзу та України.
2. Описати методи очистки, знезаражування питної води та технологічні схеми основних апаратів на підприємстві.
3. Визначити заходи по удосконаленню процесу очистки води на підприємстві.

Методи дослідження – підприємство з підготовки питної води КП «Аульський водовід», методи очищення питної води, питна вода після очищення, технологічний процес очищення води.

РОЗДІЛ 1. СУЧАСНИЙ СТАН ВОДОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА ОГЛЯД НОРМАТИВНОЇ ПРАВОВОЇ БАЗИ УКРАЇНИ ТА КРАЇН ЄС

1.1 Водна безпека та система водопостачання в Україні

Водна безпека та система водопостачання питної води в Україні є важливою складовою національної безпеки та здоров'я населення. Забезпечення якісної питної води для населення є одним з пріоритетних завдань державної політики у сфері охорони здоров'я та довкілля.

Водна безпека в Україні. Стан водних ресурсів.

Україна володіє значними водними ресурсами, зокрема річками, озерами та підземними водами. Однак, через інтенсивне використання води в сільському господарстві, промисловості та для побутових потреб, водні ресурси піддаються значному навантаженню.

Забруднення водних об'єктів є серйозною проблемою. Основними джерелами забруднення є сільськогосподарські стоки, промислові викиди, побутові відходи та несанкціоновані звалища.

Законодавча база.

В Україні діє закон «Про питну воду, питне водопостачання та водовідведення» [1], який регулює правовідносини у сфері водопостачання та встановлює стандарти якості питної води.

Відповідно до цього закону, органи місцевого самоврядування та водопостачальні підприємства зобов'язані забезпечувати населення якісною та безпечною для здоров'я питною водою.

Моніторинг та контроль.

Контроль за якістю питної води здійснюється Державною службою України з питань безпеки харчових продуктів та захисту споживачів, а також місцевими органами влади. Проводяться регулярні перевірки джерел

водопостачання, стану водопровідних мереж та якості води у водопровідних системах.

Система водопостачання питної води. Джерела водопостачання.

Основними джерелами питної води в Україні є підземні води (свердловини, артезіанські колодязі) та поверхневі води (річки, озера, водосховища). Підземні води, як правило, більш якісні та безпечні, однак їх використання потребує значних капіталовкладень у буріння та облаштування свердловин.

Водопровідні мережі.

Водопостачання в містах здійснюється через розгалужену систему водопровідних мереж, які включають насосні станції, водонапірні башти та трубопроводи. В багатьох населених пунктах стан водопровідних мереж залишає бажати кращого через їх зношеність та недостатнє фінансування на модернізацію та ремонт.

Очищення води здійснюється на водоочисних станціях, де вода проходить через декілька етапів очищення: механічне, хімічне та біологічне очищення, а також знезараження. Основними методами знезараження води є хлорування, озонування та ультрафіолетове опромінення.

Забезпечення водної безпеки та ефективного водопостачання вимагає комплексного підходу, що включає координацію зусиль державних органів, місцевих громад та приватного сектору.

1.2 Необхідність і право забезпечення водопостачання людей згідно з Резолюцією ООН

Резолюція 64/292 Генеральної Асамблеї ООН «Право на воду та санітарію» [2], прийнята 28 липня 2010 року, визнає право на безпечну та

чисту питну воду та санітарію як необхідне для повного життя та реалізації всіх прав людини.

Вода є основою життя. Вона необхідна для підтримки основних біологічних функцій, регулювання температури тіла, травлення їжі та виведення відходів. Без доступу до безпечної питної води люди ризикують захворіти, а в деяких випадках і померти.

Доступ до чистої води та санітарії має вирішальне значення для запобігання поширенню інфекційних захворювань, таких як діарея, холера та тиф. Це також сприяє поліпшенню загального стану здоров'я та харчування, а також підвищує рівень життя людей.

Доступ до безпечної питної води та санітарії є основоположним правом людини, яке пов'язане з людською гідністю. Кожна людина має право на доступ до цих основних ресурсів, необхідних для ведення здорового та гідного життя.

Резолюція 64/292 підкреслює, що право на воду та санітарію має реалізовуватися без дискримінації. Це означає, що всі люди, незалежно від їхнього походження, статусу чи місця проживання, мають право на доступ до цих ресурсів.

Забезпечення доступу до чистої води та санітарії є ключовим фактором у досягненні Цілей сталого розвитку ООН, таких як подолання бідності, забезпечення продовольчої безпеки та боротьба зі зміною клімату.

Резолюція 64/292 є важливим кроком у забезпеченні доступу всіх людей до безпечної питної води та санітарії [2]. Це право, яке є суттєвим для людської гідності, добробуту та розвитку.

Вода використовується для приготування їжі, пиття, миття та інших побутових потреб. Вода необхідна для сільського господарства, промисловості та інших економічних видів діяльності.

Доступ до чистої води та санітарії може допомогти зменшити гендерну нерівність, оскільки жінки та дівчата часто витрачають багато часу на пошук води.

Зважаючи на всі ці аргументи, стає зрозумілим, що забезпечення водопостачання людей є не лише необхідним, але й законним правом.

1.3 Сучасний стан водозабезпечення в країнах ЄС

Водозабезпечення питною водою є одним із пріоритетних напрямків екологічної та соціальної політики країн Європейського Союзу (ЄС). Завдяки гармонізованим законодавчим рамкам, ефективному управлінню водними ресурсами та значним інвестиціям в інфраструктуру, країни ЄС досягли високих стандартів якості питної води та її доступності для населення.

Основні характеристики сучасного стану водозабезпечення питною водою в ЄС.

В ЄС діє Рамкова директива з водної політики (2000/60/ЄС) [3], яка встановлює загальні принципи захисту водних ресурсів та управління ними. Директива про якість води, призначеної для споживання людиною (98/83/ЄС) [4], встановлює вимоги до якості питної води та моніторингу її стану. Зокрема, вона визначає гранично допустимі концентрації (ГДК) забруднювачів та необхідні заходи для забезпечення безпеки води. Нові директиви, спрямовані на подальше покращення якості питної води та доступу до неї.

Моніторинг та контроль якості води.

Країни ЄС мають розвинену систему моніторингу якості питної води, яка включає регулярне тестування на вміст забруднювачів, мікроорганізмів та хімічних речовин. Дані моніторингу регулярно публікуються, що забезпечує прозорість та інформування населення про стан питної води.

Джерела водопостачання.

Основними джерелами питної води в країнах ЄС є підземні води (65-75%), поверхневі води (20-30%) та десалінізована вода в прибережних регіонах (близько 5%). Використання підземних вод сприяє більшій стабільності якості води, однак вимагає ретельного управління та захисту від забруднення.

Технології очищення води.

В ЄС застосовуються передові технології очищення води, включаючи механічну, хімічну та біологічну обробку, мембранні технології, ультрафіолетове знезараження та озонування. Важливим аспектом є також запобігання забрудненню води на етапі її забору, що включає захист водозаборів від промислових та сільськогосподарських забруднень.

Інфраструктура та інвестиції.

Країни ЄС активно інвестують в модернізацію та підтримку водопровідної інфраструктури. Це включає оновлення трубопроводів, будівництво нових водоочисних станцій та запровадження систем управління водними ресурсами. Європейська комісія та національні уряди надають фінансову підтримку для реалізації проектів з покращення водозабезпечення, включаючи фонди структурної допомоги та програми екологічної стійкості.

Доступність та забезпечення.

Питна вода в країнах ЄС є доступною для переважної більшості населення, включаючи віддалені та сільські райони. ЄС також активно працює над забезпеченням доступу до чистої води для всіх верств населення, зокрема через програми соціальної підтримки та субсидії для малозабезпечених груп.

Забруднення водних ресурсів

Проблеми забруднення нітратами, пестицидами та мікропластиком залишаються актуальними. ЄС працює над посиленням контролю за

викидами забруднюючих речовин та впровадженням екологічних практик у сільському господарстві та промисловості.

В цілому, країни ЄС демонструють високі стандарти водозабезпечення, які базуються на міцній законодавчій основі, ефективному управлінні ресурсами та постійних інвестиціях в інфраструктуру.

РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТ, УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Система водопостачання КП ДОР «Аульський водовід» призначена для забору, підготування та транспортування споживачам питної води, якість якої повинна задовольняти вимогам Державних санітарних норм та правил «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» (ДСанПіН 2.2.4-171-10) [5] Міністерства охорони здоров'я України від 12.05.2010 N400, зареєстрованих в Мінюсті України 1 липня 2010 р. за N452/17747.

Джерело водопостачання Аульського водопровідного господарства є поверхневим – р. Дніпро в районі смт. Аули (рисунок 2.1). Для забору води з р. Дніпро збудовано водозабірні споруди з насосною станцією 1-го підйому, які розташовані на місці гранітного кар'єру на березі Дніпродзержинського водосховища.

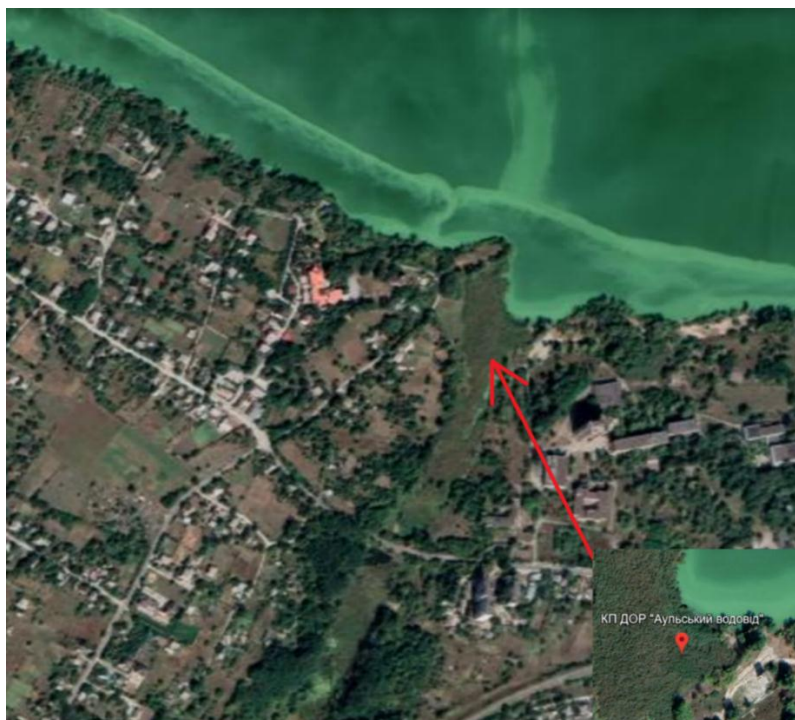


Рисунок 2.1 – Місцезнаходження КП Аульський водовід фото зі супутника

Питна вода завжди витрачається на фізіологічні, санітарно-гігієнічні та господарсько-побутові потреби населення міст Дніпра, Кам'янського, Верхньодніпровська, Новомосковська й прилеглих населених пунктів. Територія водозабору є зоною санітарної охорони 1-го, 2-го й 3-го поясу. Межі зон санітарної охорони затверджені рішенням Дніпропетровської обласної ради від 16.10.1998р. № 69-3/XXIII. Територія 1-го поясу ЗСО - 6,0 га, територія 2-го поясу ЗСО - 2344,0 га, територія 3-го поясу - 6563,0 га.

Схема (рис. 2.2) водопостачання Аульського водопровідного господарства містить у собі:

- водозабірні споруди відкритого джерела водопостачання;
- насосні станції 1-го, 2-го, 3-го підйомів для подачі води;
- комплекс очисних споруд;
- водопроводи для транспортування води.

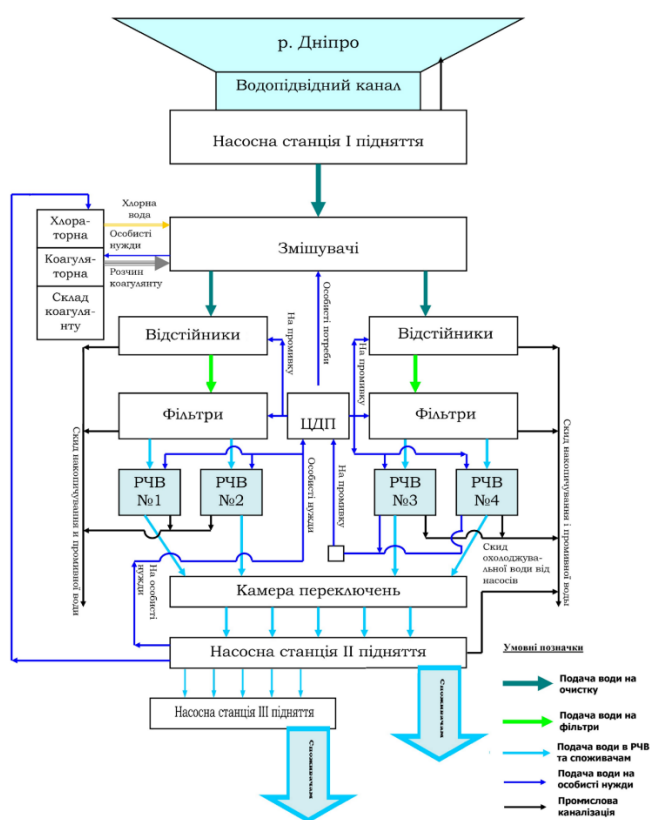


Рисунок 2.2 – Схема водопостачання Аульського водопровідного господарства

З насосної станції 1-го підйому на очисні споруди вода подається по трьох водоводах - двох водоводах Ду 1600 мм, і одному Ду 1400 мм.

В 2021 р. продуктивність підприємства становила 200 тис. м³ /добу.

РОЗДІЛ 3. ПОРІВНЯННЯ СТАНДАРТІВ І ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Після набрання чинності Угоди про асоціацію Україна зобов'язується поступово наблизити своє законодавство до законодавства ЄС у встановлені терміни, так для Директиви 98/83/ЄС [4] про якість води, призначеної для споживання людиною, передбачено:

1. Прийняття національного законодавства та визначення повноваженого органу (органів).
2. Встановлення європейських нормативів для питної води.
3. Створення європейської системи моніторингу.
4. Створення механізму надання інформації споживачам.

В Україні у 2010 році набув чинності ДСанПіН 2.2.4 – 171 – 10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» [5], розроблені з метою поетапного впровадження європейських вимог щодо питної води.

Погоджено з метою імплементації Директиви 98/83/ЄС (зі змінами 2015 року) розроблено нову редакцію ДСанПіН 2.2.4-171-10.

При розробці ДСанПіН 2.2.4-171-10 були враховані культурні, національні економічні, документальні та регіональні положення Директиви 98/83/ЄС, а також потреба в нормативних соціальних рекомендаціях, викладених у Керівництві ВООЗ, що призвело до наступного: 1. заходи з імплементації Директиви за жодних обставин не повинні погіршувати якість існуючої питної води. Національні нормативні акти можуть збільшувати кількість показників порівняно з переліком Директиви та можуть посилювати стандарти, якщо це необхідно для запобігання погіршенню здоров'я населення. Директива ЄС № 178/2002 [6] від 28.01.02, стаття 2: «Питна вода не повинна розглядатися як харчовий

продукт у точці відповідності, зазначеній у Директиві 98/83/ЄС». Стаття 6 Директиви 98/83/ЄС: Точкою відповідності є місце, де знаходиться питна вода:

1) вода з систем питного водопостачання (наприклад, водопровідних кранів)-для водопровідної питної води;

2) розлита у споживчу тару – у випадку фасованої питної води;

3) розлита у споживчу тару – для питної води з пунктів розливу, включаючи насосні станції, свердловини та конденсатори джерельної води;

4) використовується підприємствами для виробничих (або технічних) потреб.

ДСанПіН 2.2.4-171-10: Питна вода не вважається харчовим продуктом у системах питного водопостачання та в точках контролю якості питної води (точках відбору проб, де якість питної води повинна відповідати вимогам цього ДСанПіН). Питна вода герметичній тарі різної форми та конструкції придатна для безпосереднього споживання без подальшої обробки і вважається харчовим продуктом. Питна вода є безпечною та чистою, якщо а) не містить мікроорганізмів, паразитів та речовин, сукупність або концентрація яких може становити загрозу для здоров'я споживача б) відповідає фізичним та хімічним вимогам цього гігієнічного стандарту (таблиця 3.1);

Таблиця 3.1 – Порівняльні фізико-хімічні показники питної води в Україні за ДСанПіН 2.2.4-171-10 [5] та ЄС за Директива № 178/2002 [4]

Показники	Одиниця вимірювання	Україна ДСанПіН 2.2.4-171-10	Директива ЄС
Запах при 20 °С і при нагріванні до 60	°С	2	–

°С , бали			
Водневий показник	рН	6-9	6,5-8,5
Загальна мінералізація	мг/л	1000 (1500)	1500
Жорсткість загальна	мг-екв./л	7,0 (10)	1,2
Окислюваність перманганатна	мг/л	5,0	5,0
Нафтопродукти , сумарно	мг/л	0,1	–
ПАВ, аніонні	мг/л	0,5	–
Фенольний індекс	мг/л	0,25	–
Лужність	мгНСО3-/л	–	30
Алюміній	мг/л	0,5	0,2
Азот аммонійний	мг/л	2,0	0,5
Асбест	Милл.волокон/л	–	–
Барій	мг/л	0,1	0,1
Берилій	мг/л	0,0002	–
Бор	мг/л	0,5	1,0
Ванадій	мг/л	0,1	–
Вісмут	мг/л	0,1	–
Залізо	мг/л	0,3 (1,0)	0,2

Кадмій	мг/л	0,001	0,005
Калій	мг/л	–	12,0
Кальцій	мг/л	–	100,0
Кобальт	мг/л	0,1	–
Кремній	мг/л	10,0	–
Магній	мг/л	–	50,0
Марганець	мг/л	0,1 (0,5)	0,05
Мідь	мг/л	1,0	2,0
Молібден	мг/л	0,25	–
Миш'як	мг/л	0,05	0,01
Нікель	мг/л	0,1	–
Нітрати	мг/л	45	50,0
Нітрити	мг/л	3,0	0,5
Ртуть	мг/л	0,0005	0,001
Свинець	мг/л	0,03	0,01
Селен	мг/л	0,01	0,01
Срібло	мг/л	0,05	0,01
Сірководень	мг/л	0,03	–
Стронцій	мг/л	7,0	–
Сульфати	мг/л	500	250,0
Хлориди	мг/л	350	250,0
Хром (Cr ³⁺)	мг/л	0,5	–
Хром (Cr ⁶⁺)	мг/л	0,05	0,05
Цианіди	мг/л	0,035	0,05
Цинк	мг/л	5,0	5,0

У Директиві ЄС введено поняття "індикаторних показників" якості питної води. Якщо виявляється, що концентрація індикаторного показника перевищує нормативи, компетентний орган, який реалізує державну політику у санітарному законодавстві, має визначити, чи може це вплинути на здоров'я споживачів. Якщо необхідно, необхідно прийняти заходи для покращення якості питної води. Також, у випадку виявлення несанкціонованої якості питної води за іншими параметрами, слід негайно визначити причини і забезпечити необхідні заходи для поліпшення її якості.

Директива ЄС щодо якості води та Державний санітарний норматив та правила ДСанПіН 2.2.4-171-10 в Україні є регулятивними актами, які регулюють якість води. Ось деякі порівняльні аспекти між ними:

1. Юридичний статус:

- Директива ЄС є юридично зобов'язуючим актом для країн-членів Європейського Союзу. Країни-члени повинні втілювати вимоги директиви у своєму національному законодавстві.

- ДСанПіН є нормативно-правовим актом в Україні, який має бути дотриманим усіма суб'єктами, що здійснюють діяльність в сфері охорони здоров'я та якості води.

2. Законодавча компетенція:

- Директива ЄС є частиною європейського законодавства, розробленого і прийнятого Європейською Комісією та Європейським Парламентом [5].

- ДСанПіН розроблений та прийнятий органами державної влади в Україні для регулювання питань санітарно-епідеміологічного нагляду та контролю.

3. Обсяг і вимоги:

- Директива ЄС може містити більш розгорнуті та деталізовані вимоги щодо якості води, оскільки вона є частиною ширшого європейського регулятивного середовища.

- ДСанПіН встановлює вимоги щодо якості води, але вони можуть бути менш деталізованими порівняно з директивою ЄС, оскільки вони адаптовані до національного контексту та потреб України.

4. Моніторинг і виконання:

- Держави-члени ЄС зобов'язані здійснювати моніторинг і звітувати про виконання вимог директиви ЄС щодо якості води.

- В Україні органи державної санітарно-епідеміологічної служби відповідають за моніторинг і контроль дотримання вимог ДСанПіН.

Обидва акти спрямовані на забезпечення якості води, вони можуть мати різні підходи та особливості, що відображають їхні контекстуальні відмінності.

РОЗДІЛ 4. ТЕХНОЛОГІЯ ПІДГОТОВКИ ТА ЗНЕЗАРАЖЕННЯ ПИТНОЇ ВОДИ НА АУЛЬСЬКОМУ ВОДОВОДІ

4.1 Фізико-хімічні основи процесу очищення питної води на підприємстві

Коагуляцією води називають процес укрупнення колоїдних і завислих речовин дисперсної системи, який йде у результаті їх взаємодії і об'єднання їх агрегати. Завершується процес відділенням агрегатів часток залишкових від рідкої фази разом з осадженням.

Дисперговані, колоїдні та завислі речовини в природних водах мають однакові заряди, що призводить до відштовхування між ними і сприяє їхній стійкості. У технологіях очищення води передбачається часткове або повне видалення таких домішок. Для знищення їхньої агрегативної стійкості і зниження заряду до нуля або дуже низьких значень використовують сульфат амонію як коагулянт. Цей речовина руйнує агрегативну стійкість системи або сприяє гідролізу колоїдів, що поглинають частки домішок.

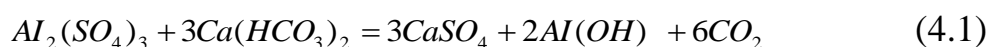
Колоїдні домішки, які є у природній воді, роздивляються як гетерогенна система, у котрій вода є дисперсійним середовищем, а маса розподілених у воді колоїдних часток – дисперсною фазою. Ці частки дуже малі агрегати кристалічного або аморфного строю. Із-за великої питомої поверхні колоїдних часток вони мають значну поверхневою енергією, і велику адсорбційну ємкість. Це має велике значення, головний процес обробки води – коагулювання – пов'язаний з адсорбцією на колоїдних частках домішок, які є у воді [8].

Процес коагуляції використовується в технології очистки води для знищення її каламутності і кольоровості, завислих речовин і колоїдних часток. Процес коагуляції забезпечує швидкість і повноту освітлення води у

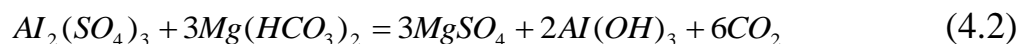
відстійниках. Частки не тільки злипаються один з одним, а й можуть також прилипати до поверхні зерен фільтруючого матеріалу при фільтруванні води. Це дозволяє у декілька разів прискорити процес освітлення води у фільтрах.

При введенні у воду сірчаноокислого алюмінію вступає у реакцію з двовуглекислими солями кальцію і магнію (гідрокарбонатами), які обумовлюють щільність води.

Хід реакції протікає по рівнянню:

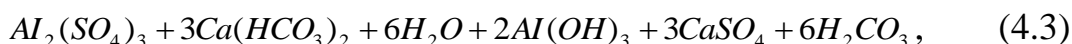


або



У результаті реакції гідроокис алюмінію є колоїдною речовиною, агрегативно не стійкою і швидко коагулюючого [5].

На основі рівняння реакції гідролізу коагулянтів можливо підрахувати кількість гідрокарбонат-іонів, яка потрібна для нейтралізації кислоти, котра утримується при гідролізі встановленої дози коагулянту. Із сумарної реакції сульфату алюмінію у присутності гідрокарбонат-іонів, описуємо рівнянням:



на кожні 342 мг сульфату алюмінію витрачається 6 мг-екв гідрокарбонат-іонів [8].

При подачі у воду рідкого хлору (або газоподібного) виникає хлорнуватиста і соляна кислоти:



Подалі йде дисоціація отриманої хлорнуватистої кислоти HOCl [8]:



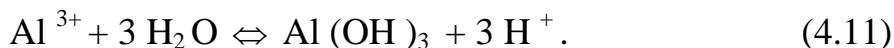
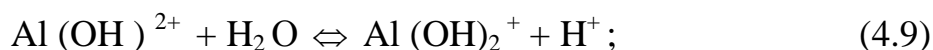
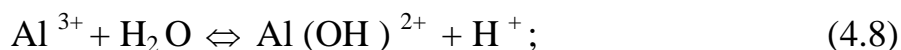
і дисоціація соляної кислоти HCl:



Активний вільний хлор руйнує та окислює оболонки бактерій, здійснюючи знезараження води. Доза хлору залежить не лише від бактеріального забруднення води, а й від її якості, оскільки хлор витрачається не тільки на знезараження, але й на окислення органічних та неорганічних речовин. Залишковий хлор після змішувача має бути в межах 2,0 - 2,8 мг/л [9].

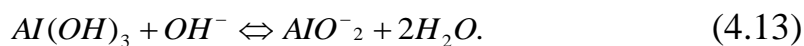
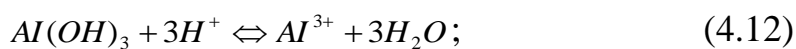
З не дуже великим розривом після введення хлору в змішувач подається п'ять – сім відсотків розчин коагулянту.

Гідроліз солей алюмінію, використовують у якості коагулянтів, протікає у декілька стадій:



Степінь гідролізу підвищується з розбавленням розчину, підвищенням його температури і рН.

Гідроксид алюмінію є амфотерною сполукою, володіє як кислими, так і основними властивостями:



$\text{Al}(\text{OH})_3$ міститься у твердій фазі і концентрація його у розчині постійна[8].

Гідроокис алюмінію $\text{Al}(\text{OH})_3$ – це утворена речовина являє собою колоїд, частинки якого мають позитивні заряди. Природні колоїди у воді заряджені негативно. Це призводить до нейтралізації зарядів частинок обох колоїдів, що викликає їхню взаємну коагуляцію з утворенням пластівців[9].

Концентрація водневих іонів, при котрій гідроксид алюмінію має мінімальну розчинність, знаходиться у межах значень рН=6,5-7,5. Осадження гідроксиду алюмінію починається при рН=3 і повністю осаджується при рН=7. При подальшому підвищенні рН осад починає розчинятися, що стає помітним при рН=9. Рентгенографічно встановлено, що у гідрокарбонатно-хлоридних і гідрокарбонатно-сульфатних середовищах частки формуються з утриманням гідраргіліту – $Al(OH)_3$ стійкого впродовж тривалого часу.

З описаного процесу знебарвлення слідує, що коагулюються не колоїдні домішки води, а утворені при гідролізі коагулянту гідроксиди.

Очистка води проходить не в результаті ...коагуляції, а також адсорбції різних колоїдних і високомолекулярних домішок на поверхні гідроксидів. Процес коагуляції гідроксидів фактично призводить до видалення використаного сорбенту з очищеної води [10].

4.2 Характеристика реагентів, що застосовуються

Для очистки води на очисних спорудженнях застосовуються реагенти:

1. Хлор рідкий;

2. Коагулянти:

-сірчаноокислий алюміній $Al_2(SO_4)_3$;

-гідроксихлорид алюмінію $Al_2(OH)_nCl_{6-n}$;

-гідроксихлорид алюмінію $Al_2(OH)_nCl_{6-n}$.

Рідкий хлор надходить від постачальника в сталевих контейнерах і балонах. Він має зеленувато-жовтий колір і важить в 2,5 рази більше за повітря. Маса одного літра хлору при стандартних умовах становить 3,21 грама. При тиску навколишнього середовища близько 6 атмосфер хлор стає рідиною при звичайній температурі. Він є потужним окислювачем,

вогнебезпечний у присутності горючих матеріалів, а також відноситься до дуже небезпечних речовин, що можуть викликати подразнення шкіри і дихальних шляхів [10].

Фізико-хімічні показники хлору рідкого повинні відповідати нормам, які представлені у таблиці 4.1:

Таблиця 4.1 – Фізико-хімічні показники хлору рідкого

	Найменування показників	Вимоги Дст
	Об'ємна частка хлору, % не більше	99,8
	Масова частка води, % не більше	0,01
	Масова частка трихлористого азоту, % не більше	0,002
	Масова частка нелетучого залишку, % не більше	0,015

Завезення хлору відбувається за графіком і договором. У товарно - транспортних накладних вказується маса вантажу (Нетто) і маса вантажу (брутто), номери контейнерів або балонів [10].

Коагулянти: Сірчаноокислий алюміній – використовується для очищення води. Поставляється навалом в залізничних вагонах або у піввагонах в тарі типу «біг-бег», безпосередньо на склад. Для розвантаження коагулянту, що надходить навалом, використовуються розвантажувальні машини МВС та МГУ. Сірчаноокислий алюміній отримують шляхом реакції гідрату оксиду алюмінію з сірчаною кислотою. Об'ємна вага сірчаноокислого алюмінію варіюється в межах 1,05 – 1,1 т/м³.

Якість коагулянту, що надійшов, перевіряється лабораторією.

За фізико-хімічними показниками сірчаноокислий алюміній повинен відповідати нормам, зазначеним у таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Фізико-хімічні показники сірчаноокислого алюмінію

№	Найменування показників	Вимоги
---	-------------------------	--------

п/п		ДСТУ
1	Масова частка окису алюмінію, % не менш	15,0
2	Масова частка вільної сірчаної кислоти, % не більше	0,1
3	Масова частка заліза, % не більше	0,3
4	Масова частка окису миш'яку, % не більше	0,003
5	Масова частка нерозчиненого у воді залишку, % не більше	0,7
Зовнішній вигляд		
Гранули, що не злежуються, брикети, однорідні пластинки невизначеної форми й різного розміру масою не більше 10 кг білих кольорів. Допускаюся бліді відтінки - сірий, блакитний або рожевий кольори		

Гідроксихлорид алюмінію - застосовується для очищення води. Поставляється в залізничних цистернах або автоцистернами безпосередньо в склад. Якість коагулянту, що надійшов, перевіряється лабораторією [10].

За фізико-хімічними показниками оксихлорид алюмінію повинен відповідати нормам ТУ У19155069. 001-1999, якщо використовується у зимовий період (таблиця 4.3), та нормам ТУ У 24.1-19155069-013:2009, якщо використовується у літній період (таблиця 4.4)

Таблиця 4.3 – Фізико-хімічні показники гідроксихлориду алюмінію (зимовий період).

№ п\п	Найменування показників	Норми по ТУ У19155069. 001-1999	
		II	III
1	Масова частка основної речовини по Al_2O_3 , %	$13 \pm 0,5$	$15 \pm 0,5$
2	Відносна основність,%	65,0 - 72,0	65,0 - 72,0
3	Щільність при 20 °С, г/см ³	$1,25 \pm 0,15$	$1,25 \pm 0,15$

4	Масова частка нерозчинного у воді залишку, %	0,3	0,3
5	Масова частка хлоридів, %	13 ± 5	13 ± 5
6	pH	2,0-3,5	2,0-3,5
Зовнішній вигляд			
Зеленувато - жовта рідина; допускається наявність інших відтінків і каламуть.			

Таблиця 4.4 – Фізико-хімічні показники гідроксихлориду алюмінію (літній період).

№ п\п	Найменування показників	Норма по ТУ У 24.1-19155069-013:2009
1	Масова частка основної речовини по Al ₂ O ₃ , %	17 ± 0,5
2	Відносна основність, %	40 ± 5
3	Щільність при 20 °С, г/см ³	1,36 ± 0,05
4	Масова частка нерозчинного у воді залишку, %	0,1
5	Масова частка хлоридів, %	18 ± 5
Зовнішній вигляд		
Зеленувато - жовта рідина; допускається наявність інших відтінків.		

Масова частка домішок Fe, Mn, Cu, Zn, Pb, As, Mo, Se, Sr, Hg, Cd, Ni, Cr, Sn у воді при застосуванні коагулянтів повинна відповідати вимогам ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» [5] і гарантувати якість вживаної сировини і технології виробництва.

Гарантійний термін зберігання коагулянту – 12 місяців

Супровідні документи на коагулянт:

1. Найменування підприємства - виготовлювача або його товарний знак.
2. Технічні умови на виробництво продукції.
3. Сертифікат якості.
4. Сертифікат системи управління якістю відповідно до міжнародного стандарту ISO 9001:2015 у сфері розробки, виробництва та продажу алюмінієвих коагулянтів для водопідготовки, який підтверджує якість продукції та її безпеку при використанні у сфері господарсько-питного водопостачання.
5. Висновок Державної санітарно-епідеміологічної експертизи.
6. Товарно - транспортна накладна.
7. Видаткова накладна.

При необхідності передбачене застосування наступних реагентів:

- флокулянт;
- активоване вугілля;
- аміачна вода.

Норми зберігання контейнерів з рідким хлором на хлораторних першого та третього підйомах до 15 діб, на хлораторній другого підйому до 7 діб.

Норми зберігання, на очисних спорудах, коагулянту в восьми розчинних баках до 30 діб.

Для використання при підготовці питної води нових реагентів необхідно провести промислові випробування на насосних станціях та очисних спорудах в різні періоди року.

РОЗДІЛ 5. ТЕХНОЛОГІЧНІ СХЕМИ ТА ЇХ ХАРАКТЕРИСТИКА

Водопостачання населених пунктів здійснюється на 100 % з поверхневої води. Аульське водопровідне господарство - це комплекс гідротехнічних споруд: водозабір, горизонтальні відстійники (15 шт.) швидкі фільтри (24 шт.), реагентне господарство, насосні станції (1-го, 2-го та 3-го підйомів), резервуари чистої води РЧВ (9 шт.), електричні мережі та підстанції, магістральні та розподільчі трубопроводи.

Загальна довжина всіх водогонів від насосної станції 1-ого підйому до м. Дніпропетровська складає 218 км. Від насосної станції 1-ого підйому до очисних споруд – два сталевих водогону Ду 1600 мм і один – Ду -1400 мм. Від насосної станції 2-ого підйому до насосної станції 3-ого підйому та до м. Дніпропетровська – три сталевих водогону Ду 1400 мм, довжиною 25 км кожен.

Система водопостачання Аульного районного водопровідного господарства призначена для забору, підготовки і транспортування споживачам питної води, якість якої повинна задовольняти вимогам ДСанПіН 2.2.4 – 171 – 10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» [5].

Питна вода витрачається на господарський-питні потреби населення міст Дніпропетровська, Кам'янського, Верхньодніпровська, Новомосковська і прилеглих до них населених пунктів.

Проект розроблений генеральним проектувальником – «Укргіпрокомунстрій» м. Харків.

Проектна потужність насосно-фільтрувальної станції - 810 тис м³/доба.

В даний час продуктивність насосно-фільтрувальної станції складає 450 тис.м³ /добу.

Схема водопостачання Аульного районного водопровідного господарства включає:

- водозабірні споруди відкритого джерела водопостачання; з насосної станції 1-го підйому на очисні споруди вода подається по трьом водоводам:
 - двом водоводам Ду= 1600 мм, і одному водоводу Ду = 1400 мм.

Комплекс очисних споруд, що забезпечує необхідні технологічні процеси очищення води включає:

- будівля мікрофільтрів (первинне хлорування) ;
- два змішувача - загальна місткість 288м^3 ;
- п'ятнадцять камер реакцій - загальна місткість 9720 м^3 ;
- п'ятнадцять горизонтальних відстійників - загальна місткість 71000м^3 ;
- двадцять чотири швидких безнапірних двошарових фільтрів з дренажем великого опору, загальна площа фільтрації 2760 м^2 ;
- чотири резервуари чистої води по 10000 м^3 кожен.

Реагентне господарство:

коагуляторна складається з складу сухо-мокрого зберігання коагулянту місткістю 1675 тонн забезпечує 35-денний запас, з корисним об'ємом 2300 м^3 . Стіни баків облицьовані кислотостійкою цеглою. На дні баків встановлена повітророзподільна система з перфорованих труб для забезпечення перемішування розчину коагулянту. Над цими трубами розміщений настил з дерев'яних брусів, який захищає їх від пошкоджень під час завантаження коагулянту. Після розчинення коагулянту та його використання, баки промиваються перед кожним новим завантаженням, щоб забезпечити їх подальшу нормальну експлуатацію. [9].

Витратні баки - загальною місткістю – 75м^3 – для приготування робочого розчину коагулянту. Стіни баків обкладені кислотостійкою цеглиною. На дно баків підведений поліетиленовий дірчастий трубопровід Ду=100мм для подачі повітря від повітродувки, для забезпечення

перемішування розчину коагулянту. Для розбавлення розчину передбачена подача води по трубопроводу $D_u=50\text{мм}$.

Хлораторна: для первинного і вторинного хлорування, встановлені хлоратори ХТ-2 – п'ять штук, один з яких працює на вторинне хлорування. Продуктивність - 100 кг /час;

склад хлору знаходиться під навісом в торці реагентної будівлі за хлораторною для зберігання хлору до 7 діб.

Добова витрата хлору: взимку - від 2000 кг до 3000 кг; літом - від 3000 кг до 5000 кг

- водопроводи для транспортування води;
- насосні станції 1-го, 2-го, 3-го підйомів для подачі води.

Джерело водопостачання Аульського водопровідного господарства є поверхневим - р. Дніпро в районі смт. Аули. Для прийому води з р. Дніпро служать водозабірні спорудження насосної станції 1-го підйому. З насосної станції 1-го підйому вода подається на очисні спорудження по трьом водоводам.

У будинок мікрофільтрів вода надходить по чотирьом водоводам $D_u = 1400$ мм кожен (по двох на кожен блок). Вода в будинку мікро фільтрів рухається по каналах зі швидкістю 1 м/сек. Наприкінці збірних каналів передбачена подача хлору - для первинного хлорування. Після мікро фільтрів вода надходить у будинок змішувачів, по одному змішувачу на кожен блок фільтрів.

Мікро фільтри використовують для попереднього освітлення води, для очистки із води водосховищ від фіто- та зоопланктону. Вони затримують від 60 до 95% сине-зелених і від 45 до 75% діатомових водоростей, а також до 25% завислих речовин.

Барабанні сітки використовують для грубого освітлення води. Вони встановленні у сі точних секціях водозабірної станції першого підйому.

Сітки виготовлюються з нержавіючої сталі і мають розмір вічок 0,5x0,5 мм. Робоча сітка кріпиться між підтримуючими сітками з вічками розміром 10x10 мм.

Змішувачі перфорованого типу, розмірами 18 x 2,5 x 4,5 м, оснащені трьома перфорованими перегородками, які забезпечують швидке і рівномірне змішування реагентів з усією масою оброблюваної води. Відстань між перегородками складає 6 метрів, розміри отворів становлять 50 x 50 мм, і всього їх 420 штук. Перегородки очищаються не рідше одного разу на рік під час повної зупинки насосної станції першого підйому. Час перебування води у змішувачі становить 1-2 хвилини, висота водяного стовпа дорівнює 3,5 м, середня швидкість руху води в потоці - 0,6 м/сек, а в отворах перегородок - 1 м/сек. На початку змішувача передбачено хлорування води. При додаванні хлору до води відбувається реакція з утворенням хлорноватистої кислоти.

Активний вільний хлор руйнує та окислює оболонку бактерій, забезпечуючи знезараження води. Через короткий проміжок часу після введення хлору в змішувач подається 5-7% розчин коагулянту. Процес коагуляції сприяє швидкому і повному освітленню води у відстійниках. Приготування розчину коагулянту та його концентрацію здійснює оператор коагуляторних установок. Щільність розчину вимірюється ареометром, а концентрація визначається за допомогою довідкових даних (табл. 5.1).

Таблиця 5.1 – Концентрація розчину коагулянту

Показання ареометра	Концентрація розчину, %
1,0157	4
1,0197	5
1,0237	6
1,0277	7

Принципова схема подачі реагентів у змішувач показана на рисунку 5.1.

Зі змішувачів вода потрапляє до реакційних камер. Діаметр підвідного трубопроводу, який має змінний перетин, варіюється від 1600 до 900 мм. Реакційні камери інтегровані в горизонтальні відстійники (рис. 5.2):

- десять камер на перший блок;
- п'ять камер на другий блок.

Камери реакцій першого блоку - лопатевого типу з вертикальною віссю обертання мішалок.

Камери реакцій другого блоку очисних споруджень - перегородчатого типу з вертикальним поперемінно висхідним і спадним рухом води.

Камери призначені для протікання фізико-хімічних процесів, що супроводжуються утворенням великих міцних, швидко осідаючих пластівців гідроксидів металів з домішками, що виділяються з води. Час перебування води в камері - 20 - 30 хв., швидкість руху води - 0,2 - 0,3 м/сек.

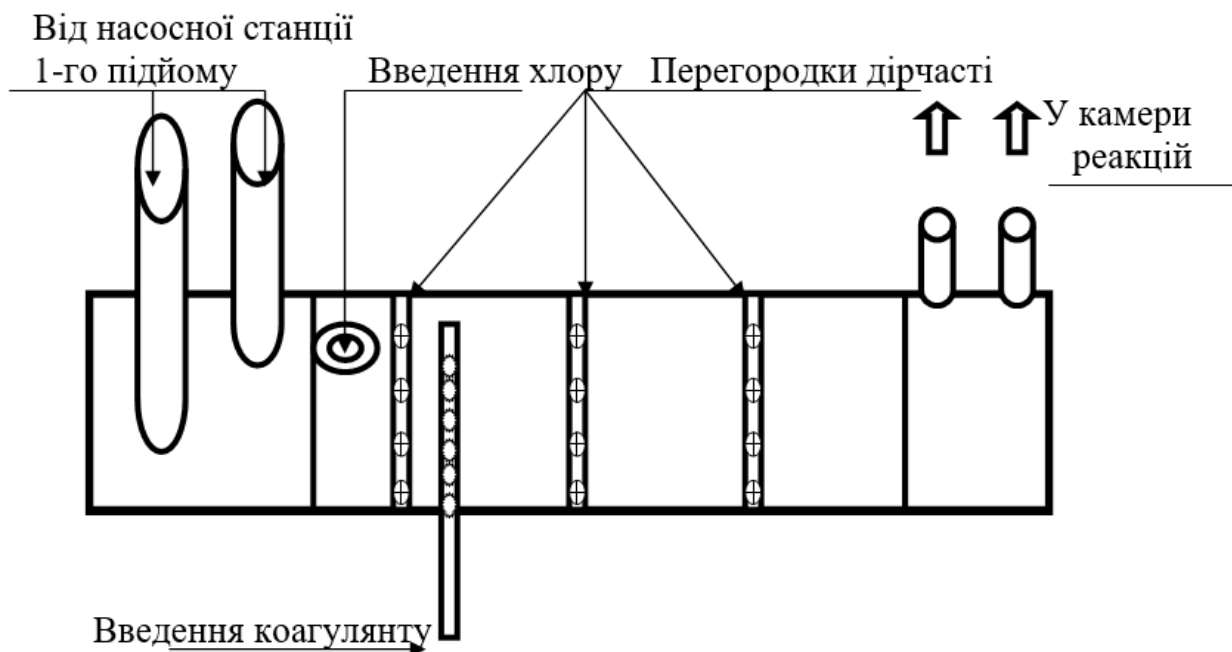


Рисунок 5.1 – Принципова схема подачі реагентів у змішувач

З камери реакцій вода через дірчасті перегородки надходить у горизонтальні відстійники, 10 відстійників на першому блоці очисних споруджень й 5 відстійників на другому блоці. Ширина відстійника - 12 м,

довжина - 87 м, висота стовпа води - 4,5 м. Час перебування води у відстійниках - 2,8 години, швидкість руху води у відстійниках - 31,0 - 32,0 м/година.

Горизонтальні відстійники – прямокутні, витягнуті в плані по руху води, залізобетонні резервуари, в яких вода рухається в горизонтальному від одного торця споруди до іншого.

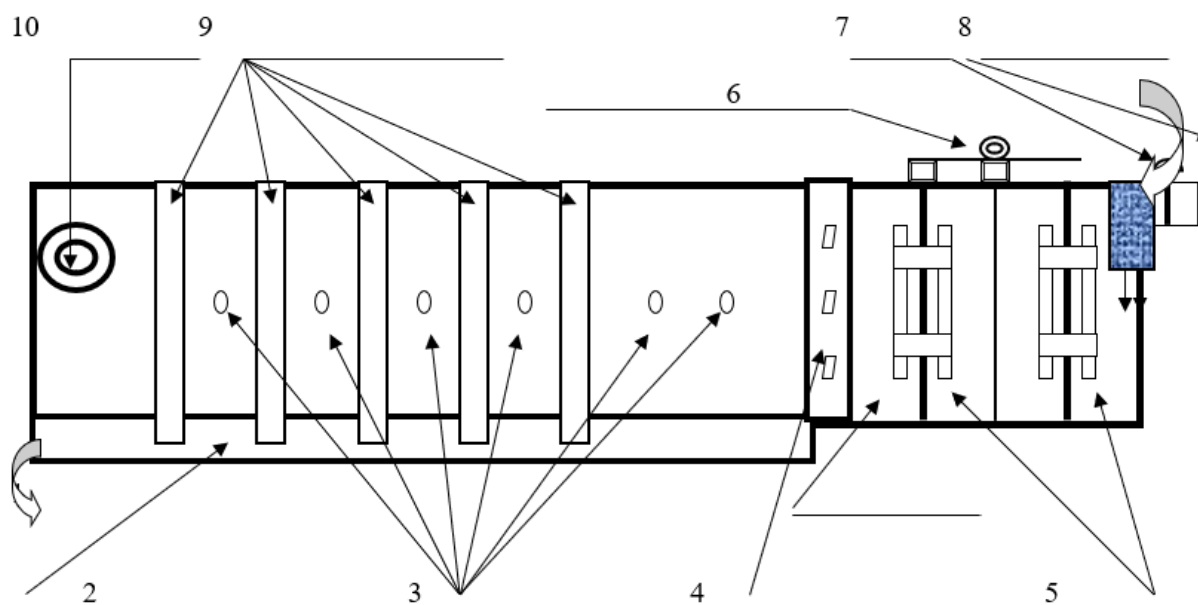
Осадження зважених часток у відстійниках відбувається під дією сили ваги коагульованих пластівців при безперервному русі води від входу до виходу.

По висоті відстійник розділяється на дві частини : зону осадження, де зважені частки осаджується, і зону нагромадження й ущільнення осаду.

Відбір освітленої води здійснюється через систему розосереджених дірчастих труб, розташованих угорі відстійника - в останній, третій частині. У кожному відстійнику - 12 збірних труб (крім двох експериментальних відстійників з відбором освітленої води по всій довжині), $D_y = 300$ мм, з отворами $D_y = 20$ мм, просвердленими по всій довжині паралельно дзеркалу води, з кроком 200 мм.

Зі збірного каналу відстояна вода по трубопроводу $D_y = 900$ мм і трубопроводу $D_y = 1400 - 1000$ мм подається на фільтри.

Вміст зважених речовин після відстійників не повинне перевищувати 2,2- 2,8 мг/л, залишковий хлор - 1,6-2,2 мг/л.



1 – камера реакції; 2- колектор відстійника; 3 – донний клапан (6 шт.); 4 – дірчата перегородка (3 ряди, 100x100 мм); 5 – мішалка; 6 – механізм вращения мішалки; 7 – шибер; 8 – вода із змішувача; 9 – дірчата труба \varnothing 300 мм; 10- перелів.

Рисунок 5.2 – Схема горизонтального відстійнику і камери реакції

Промивання й дезінфекція відстійників здійснюється за графіком, погодженому з місцевими органами СЕС (2 рази на рік). Зупинка відстійника на промивання не робить істотного впливу на роботу інших відстійників. При необхідності можливе часткове скидання осаду з відстійника без його зупинки.

Система видалення осідання складається з залізобетонного каналу перетином 400 x 200 мм, улаштованого в днище відстійника, з отворами для скидання осаду, що закривають донними клапанами. У кожному відстійнику встановлено 6 донних клапанів, і один клапан у камері реакцій. Скидання осаду з кожного відстійника здійснюється в загальний ілопровід $D_u=600$ мм, з'єднаний з каналізаційним колектором після промивання фільтрів. Скидання стічних вод після промивання споруджень здійснюється в р. Дніпро. Умови випуску виробничих стічних вод у водойми регламентуються «Правилами охорони поверхневих вод від забруднення

стічними водами». Якість води, що скидається контролюється лабораторією відповідно до графіка. Зміст шкідливих речовин у скиданнях не повинне перевищувати ГДС. Фільтри двошарові, великої грязеемкості, швидкі (рис. 5.3):

перший блок - 16 фільтрів із проектною висотою завантаження: цеолітова крихта - 500 мм, активоване вугілля - 200 мм;

другий блок - 8 фільтрів із проектною висотою завантаження: цеолітова крихта-900 мм, активоване вугілля - 200 мм.

Корисна площа фільтрації – 115 м². Швидкість фільтрації при нормальному режимі 7-9 м/година, при форсованому 11-12 м/година. Продуктивність, швидкість фільтрації й рівень води у фільтрах регулюється засувками сирої й чистої води $D_y = 600$ мм (№ 1 й № 2). Швидкість фільтрації визначається шляхом виміру зменшення величини об'єму води за одиницю часу. Рівень води на фільтрах повинен бути 1,7-2,0 м над фільтруючим завантаженням.

Від загального колектора відстояної води $D_y = 1400 - 1000$ мм, по трубопроводах $D_y = 600$ мм через регульовані засувки вода подається по каналу через жолоби на фільтруючий шар :активованого вугілля й цеолітової крихти й приділяється за допомогою підтримуючого дренажного пристрою - полімербетоні плити. Через збірні жолобки попадає в збірний канал чистої води й через засувку №2 $D_y = 600$ мм надходить у резервуар чистої води.

При промиванні фільтра зупиняють його роботу, промивна вода подається знизу через дренажний пристрій і проходить через фільтруючий шар у зворотньому напрямку. Швидкість проходження через фільтр промивної води в кілька разів більше швидкості фільтрування. Вода збаламучує фільтруючий шар й інтенсивно відмиває його від забруднень що надійшли й скопилися в процесі фільтрування.

Інтенсивність промивання 15-17 л/сек.м², час промивання – 6-8 хвилин. Періодичність промивання встановлюють залежно від втрат напору

й швидкості фільтрації. Якщо протягом тривалого часу не спостерігається погіршення якості води, фільтр миється не рідше одного разу в дві доби. Для промивання фільтрів є 2 промивних баки, ємністю 500 м^3 кожний, розташованих на отм. 143,25 (+9,0 у будинку центрального диспетчерського пульта). Подача води в промивні резервуари здійснюється насосами, розташованими в будинку центрального диспетчерського пульта, з резервуарів чистої води №3 й №4, або по трубопроводу $D_u = 500\text{ мм}$ безпосередньо з насосної станції другого підйому. Огляд фільтруючого завантаження здійснюється періодично й довантажуються до проектних оцінок. Мийка й дезінфекція фільтрів здійснюється один раз на рік.

Чиста вода від кожного блоку фільтрів приділяється по трубопроводу $D_u=1400$ мм у резервуари чистої води. Залишковий хлор у колекторі фільтрів повинен бути в межах 1,4-1,6 мг/л.

На площадці очисних споруджень є чотири резервуари чистої води розмірами 48,0 х 48,0 х 4,5м, ємністю 10000 м^3 кожний. Резервуари обладнані вхідними й вихідними засувками $D_u = 1400$ мм, каналізаційними засувками $D_u = 400$, спецвентиляцією, пунктами роздачі води, місцем відбору проб без доступу в РЧВ. Час перебування води в резервуарах - 1,5-2,0 години, залишковий хлор після резервуарів - 0,8-1,2 мг/л по зв'язаному або 0,3-0,5 мг/л по вільному. Нормальний робочий рівень води в резервуарах -3,5-4,0 м.

Промивання й дезінфекція РЧВ виробляється за графіком, погодженому з місцевими органами СЕС, не рідше 1 разу на рік.

Вода з резервуарів чистої води по трубопроводах $D_u=1400\text{ мм}$ надходить на насосну станцію другого підйому. Насосами другого підйому вода, з напором до 10 атм., по трьох водоводах подається споживачам.

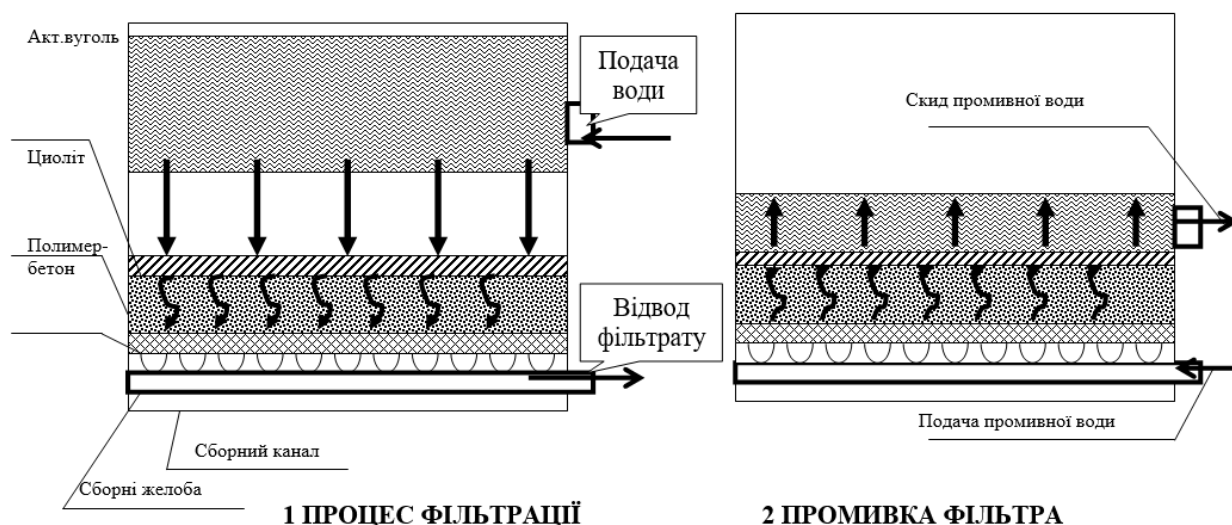
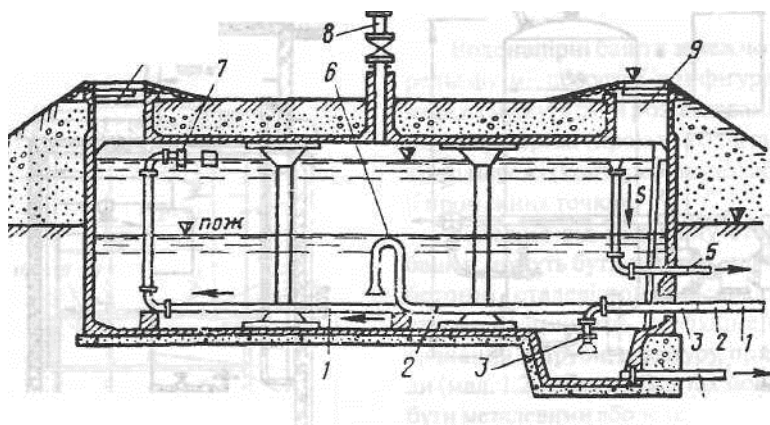


Рисунок 5.3 – Швидкі фільтри

Резервуар залізобетонний, збірний, з плоским перекриттям, поглиблений у землю на половину висоти і обсипаний землею шаром товщиною 0,8-1,2 м (рис. 5.4).



1 – труба для подачі води; 2 – всмоктувальна труба господарських насосів; 3– всмоктувальна труба пожежних насосів; 4 – труба для спорожнення і видалення осаду; 5 – переливна труба; 6 – вигнута труба з отвором для зриву вакууму після спрацювання господарського запасу води; 7- поплавковий клапан; 8 – вентиляційна шахта; 9 – лаз.

Рисунок 5.4 – Залізобетонний резервуар чистої води

У теперішній час широко використовують вакуумні хлоратори безперервної дії системи Л, А, Кульського: ЛК-10, ЛК-10У, ЛК-11, ЛК-12,

ЛК-12М і ЛК-17, а також вакуумні хлоратори системи ЛОНИИ ВОДГЕО. На рисунку 1.5 представлено хлоратор ЛК-10У великої потужності.

Хлоратор ЛК-10у (рис. 5.5) використовують для хлорування води на водопроводах великої потужності. Потужність хлоратора по хлору 120 кг/год. В хлораторі є пристрій для дистанційного контролю та автоматичного регулювання витрати хлору.

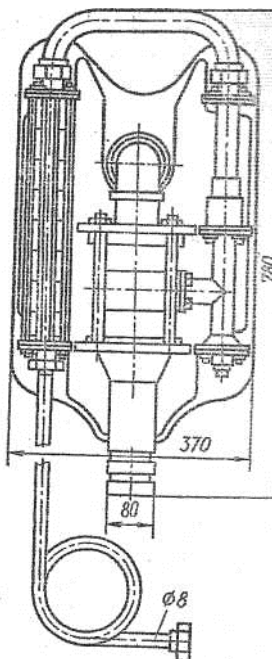


Рисунок 5.5 – Хлоратор ЛК-10у великої потужності

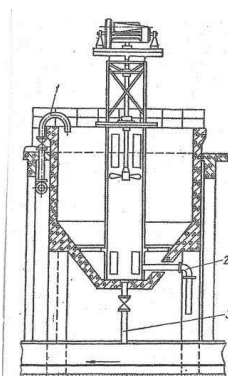
Основними частинами хлораторів ЛК-10у є: мікрорентиль, ротаційний вимірвач, клапанна коробка та водоструйний насос. Принцип дії: хлор потрапляє через регулюючий мікрорентиль у вимірвач. Проходить клапані коробки, а потім хлор-газ потрапляє у водоструйний насос. При допомозі котрого йде розчин хлору у воді і підтримання вакууму у хлораторі. Звідси отримана хлорна вода відводиться по гумовому шлангу до міста змішування зі незараженою водою.

Хлоратор ЛК-10у виготовляють із хлоростійких матеріалів (бронзи, чугунка, захищеного пластмасовими вставками і антихлору), дуже надійні та прості в експлуатації.

На рисунку 5.6 приведена схема устрою розчинного баку з пропелерною мішалкою. У результаті обертання пропелера електродвигуном вода по центральній трубі спускається у низ. Швидкість її руху 2-3 м/с. Виходячи з центральної труби, вода підіймається угору та розчиняє куски реагенту. Міцність на осі пропелера встановлює 0,8-1,5 кВт на 1 м³ ємкості баку. Баки використовують для розчину реагентів з діаметром кусків не більше 20 мм (кристалічний або порошкоподібного сульфат амонію). Корпус апарату з перемішувальними пристроями виготовляють з двошарової сталі (з внутрішньої сторони корпуса сталь 3Х18Н10Т).

Норми технологічного режиму. Витрата реагентів залежить від якості вхідної води р. Дніпро з урахуванням періоду року й розраховується виходячи з витрати минулого року з урахуванням середніх показників за кілька років.

Середньорічна доза хлору склала 8,0 - 9,0 г/м³, доза коагулянту – 12,0 – 15,0 г/м³. Мінімальна витрата коагулянту становить 5,0 г/м³, максимальний – 90,0 г/м³. Концентрація застосованих коагулянтів - 5,0 - 10,0 % по товарній речовині. Швидкість руху води в змішувачі - 1,0 м/сек, в отворах після камери реакцій перед відстійниками - 0,3 м/сек. Швидкість руху води у відстійниках - 31,0 - 32,0 м/год. Швидкість фільтрації при нормальному режимі - 8,0 - 10,0 м/год., при форсованому - 10,0 - 12,0 м/год. Обмін води в резервуарах чистої води - 1,7 - 2,0 години [9].



1 – труба для подачі води; 2 – відвідна труба; 3 – спускна труба.

Рисунок 5.6 - Схема устрою розчинного баку з пропелерною мішалкою

РОЗДІЛ 6. ЗАХОДИ ЩОДО УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ПІДГОТОВКИ ПИТНОЇ ВОДИ

Застосування для обробки питної води хлорування практично вирішило проблему ефективного санітарного стану водопостачання. Однак, у світлі сучасних вимог, обробка води газоподібним хлором, що завозять на водоочисні спорудження в цистернах, балонах і контейнерах у рідкому виді, має ряд недоліків, з яких самим істотним є здатність хлору при його витоку вражати не тільки обслуговуючий персонал, але й населення прилежних до хлораторній території. Перевезення ємностей із хлором, його зберігання на складах являють реальну загрозу для населення, але хлорування найбільш економічний й ефективний метод знезаражування питної води в порівнянні з будь-якими іншими методами. Однак, даний спосіб має ряд серйозних недоліків. Останнім часом у зв'язку з погіршенням якості води в природних джерелах і з ростом довжини водопроводів, на яких проводиться хлорування води рідким хлором, зростає ймовірність нещасних випадків, пов'язаних з можливістю отруєння хлором як населення, так й обслуговуючого персоналу при його транспортуванні, зберіганні, дозуванні. Для великих водопровідних станцій нормативний місячний запас хлору обчислюється десятками тон і його зберігання, особливо на станціях, що перебувають у міській рисі, досить небезпечно; причому й на невеликих водопроводах зберігання декількох балонів із хлором може становити небезпеку й вимагає високу кваліфікацію обслуговуючого персоналу. Помітимо, що витрати, пов'язані з експлуатацією тари для зрідженого хлору, у більшості випадків порівнянні з витратами на одержання хлору[11].

Одним зі шляхів рішення цього завдання є заміна рідкого хлору на інший хлорвмістящий реагент - гіпохлорит натрію (ГПХН). Зберігаючи

всі достоїнства хлорування, метод знезаражування за допомогою водяного розчину гіпохлорита натрію дозволяє уникнути основних труднощів - роботи з високотоксичним газом. Він відносно безпечний при зберіганні й використанні. Ефективний проти більшості хвороботворних мікроорганізмів, окисляє залізо й марганець, запобігає ріст водоростей і біо-заростань. Має здатність консервувати знезаражуючий ефект протягом тривалого часу транспортування води по трубах. Хлораторні, переобладнані на гіпохлорит натрію, не підлягають контролю з боку органів, що інспектують. Таким чином, гіпохлорит натрію (марки «А») є найбільш кращим реагентом на стадії попереднього окислювання й для стерилізації води наприкінці обробки перед подачею її в розподільну мережу.

До гіпохлориту натрію, застосовуваному замість рідкого хлору для дезінфекції питної води пред'являються певні вимоги, що стосуються концентрації лугу, важких металів, наприклад, заліза, стабільності розчину, кольоровості, зміст активного хлору. Для питного водопостачання цим вимогам відповідає гіпохлорит натрію марки «А», що випускає на АТ «ДніпроАзот» м. Кам'янське [12].

Звичайно в систему водоочищення гіпохлорит натрію вводять після попереднього розведення водою. Після розведення в 100 разів відбувається зниження рН і концентрації активного хлору до 0,125.

При уведенні нерозбавленого гіпохлорита в систему трубопроводів у каналах, що подають, утвориться осад, що складається з гідроксида магнію й діоксиду кремнію, що забиває водні канали. Тому концентрація лугу у гіпохлориті повинна бути такою, щоб не викликати утворення осаду. При обробці води гіпохлоритом натрію відбувається окислювання речовин, що входять до складу протоплазми кліток бактерій, що викликає їхня загибель. Однак лише незначна частина хлору, що вводить у воду, використається для руйнування бактеріальних кліток. Основна його кількість витрачається на взаємодію з органічними й неорганічними речовинами, що є присутнім

у воді. Тому для економії гіпохлорита (в 4-5 разів) рекомендується вводити його для знезаражування води лише у фільтровану воду, тобто в резервуари чистої води (РЧВ). Сумарна витрата гіпохлорита на окислювання мікроорганізмів, органічних і мінеральних домішок характеризує хлоропоглинання води. Тому визначення дози ГПХН, необхідного для ефективного ведення процесу знезаражування, перебуває в прямої залежності від величини й швидкості хлоропоглинання. Необхідно відзначити, що доза хлору, що вводить, (ГПХН) повинна бути більше хлоропоглинання на величину залишкового хлору. Це є гарантією того, що окислювання бактерій й органічних речовин практично завершено.

6.1 Технологічний процес підготовки питної води

Продуктивність комплексу 500 тис. м³/добу або 182500 тис. м³/рік води питної якості. Планова подача питної води в мережу подачі й розподілу води (ПРВ) становить 182500 тис. м³/год.

Індивідуальні технологічні нормативи використання води у водопровідному господарстві в цілому розраховані на одиницю продукції - подачу в систему виробничого водопостачання 1000 м³ питної води.

$$Q_s = 182500 \text{ тис. м}^3/\text{рік.}$$

Розрахунок технологічних нормативів використання води у водопровідному господарстві

Визначення технологічної витрати води на потреби насосної станції першого підйому (водозабірні спорудження)

Технологічна витрата сирі (річковий) води на насосній станції першого підйому визначається по формулі:

$$W_{63} = W_{oxl} + W_c + W_{xl}; \quad (6.1)$$

де $W_{охл}$ - витрата води на охолодження й змащення насосних агрегатів, м³/рік; W_c - витрата води на промивання сіток, м³/рік; $W_{хл}$ - витрата води на роботу хлораторної, м³/рік.

Насосна станція обладнана шістьма насосними агрегатами марок 36В-12 й 52В-11. Постійно в роботі 3 агрегати.

Витрата води на охолодження й змащення конструкцій насосних агрегатів визначаємо по формулі:

$$W_{охл} = (W_o + W_{см}) \cdot t \cdot T \cdot n \cdot K; \text{ м}^3/\text{рік} \quad (6.2)$$

де W_o - витрата води на охолодження повітроохолоджувача масла верхньої і нижньої хрестовин електродвигуна ВДС (настановне креслення електродвигуна № ОВП 300362), 109,5 м³/год.;

$W_{см}$ - витрата води на змащення підшипника, 5,4 м³/год. [9];

t - тривалість роботи насосів протягом доби, год.;

T - кількість робочих днів на рік;

n - кількість працюючих насосів, шт.;

K - коефіцієнт завантаження.

Підставляємо значення у формулу:

$$W_{охл} = (109,5 + 5,4) \cdot 24 \cdot 365 \cdot 3 = 3019572,0 \text{ м}^3/\text{рік}.$$

Скидання води здійснюється в р. Дніпро.

Витрата води на промивання сіток визначаємо по формулі:

$$W_c = q \cdot t \cdot T \cdot n \cdot m \cdot 10^3, \text{ м}^3/\text{рік} \quad (6.3)$$

де: q - інтенсивність промивання, 3,0 л/с; t - тривалість промивання, 5 хв. (300 с); n - кількість промивань у рік, 365 разів; m - кількість сіток, 6 штук.

Витрата води становить:

$$W_c = 3,0 \cdot 300 \cdot 365 \cdot 6 = 1971,0 \text{ м}^3/\text{рік}.$$

З метою часткового знезаражування й знебарвлення свіжої води на водозаборі запроектована й побудована хлораторна первинного хлорування.

Хлораторна обладнана двома випарниками хлору ХИ-2 і двома хлораторами ХТ-2.

У роботі постійно один випарник й один хлоратор.

Витрата води на роботу хлораторної визначаємо по формулі:

$$W_{\text{хл}} = (q_{\text{хи}} + q_{\text{лк}}) \cdot t \cdot T \cdot n \cdot K, \text{ м}^3/\text{рік} \quad (6.4)$$

Де $q_{\text{хл}}$ - витрата води на роботу одного ХИ-2, $\text{м}^3/\text{год.}$; $q_{\text{лк}}$ - витрата води на роботу одного ХТ-2, $\text{м}^3/\text{год.}$; t - тривалість роботи випарника хлору й хлоратора в добу, год. ; T - кількість роботи випарника хлоратора в році діб; n - кількість хлораторів і випарників у роботі; K - коефіцієнт завантаження.

$$W_{\text{хл}} = (0,9 + 5,0) \cdot 24 \cdot 365 \cdot 1 \cdot 1 = 51684,0 \text{ м}^3/\text{рік.}$$

Технологічна витрата річкової води на водозабірних спорудженнях становить:

$$W_{\text{вз}} = 2013048,0 + 1971,0 + 51684,0 = 2066703,0 \text{ м}^3/\text{рік.}$$

Витрата води на потреби хлораторів ХТ-2 є 100% безповоротним споживанням.

$$W_{\text{вз}}^{\text{бн}} = 43800,0 \text{ м}^3/\text{рік.}$$

Втрати по техрегламенту становлять 2% від витрати води на охолодження насосів, мийку сіток, потреби хлораторної :

$$W_{\text{вз}}^{\text{пот}} = 60588,5 \text{ м}^3/\text{рік.}$$

Об'єм водовідведення становить:

$$W_{\text{вз}}^{\text{ст}} = 3073227,0 - 43800,0 - 60588,5 = 2968838,5 \text{ м}^3/\text{рік.}$$

Скидання сирі води здійснюється в р. Дніпро.

Розрахунок водоспоживання й водовідведення насосно-фільтрувальної станції

Технологічні витрати води на потреби насосно-фільтрувальної станції визначаються по формулі:

$$W_{\text{НФС}} = W_1 + W_2 + W_3 + W_4 + W_5 + W_6 - W_7 + W_8 + W_9, \text{ м}^3/\text{рік} \quad (6.5)$$

де W_1 - витрата води на промивання й дезінфекцію фільтрів, $\text{м}^3/\text{рік}$; W_2 - витрата води на очищення й дезінфекцію резервуара чистої води, $\text{м}^3/\text{рік}$; W_3

- витрата води на видалення осаду й мийку відстійників, $\text{м}^3/\text{рік}$; W_4 - витрата води на промивання камер реакцій, $\text{м}^3/\text{рік}$; W_5 - компенсація витоків води через змочену поверхню й нещільності запірних арматур, $\text{м}^3/\text{рік}$; W_6 - витрата води на готування розчину коагулянту, розчинення коагулянту, $\text{м}^3/\text{рік}$; W_7 - витрата води на роботу хлораторної, $\text{м}^3/\text{рік}$; W_8 - витрата води на охолодження конструкцій насосних агрегатів, $\text{м}^3/\text{рік}$; W_9 - витрата води на роботу хімбаклабораторії, $\text{м}^3/\text{рік}$.

На насосно-фільтрувальній станції встановлено 24 швидких напірних фільтра, корисна площа фільтрації одного фільтра становить $115,0 \text{ м}^2$, швидкість фільтрації 8 м/год . Завантаження фільтрів двошарове: цеолітом і активованим вугіллям. Продуктивність і швидкість фільтрації регулюється засувкою на трубопроводі фільтрованої води. Забір води на промивання здійснюється з резервуарів чистої води.

Питна вода використовується в технологічному циклі на наступні потреби:

- промивання фільтра рядове по закінченню фільтро-цикла;
- змив стінок фільтра після його промивання;
- промивання фільтра після його довантаження;
- промивання фільтра з дезінфекцією після проведення ремонтно-відбудовчих робіт.

Розрахунок об'єму свіжої питної води, необхідної для промивання фільтрів зроблений у такий спосіб:

- 1 .Площа фільтра $115,0 \text{ м}^2$.
- 2.Інтенсивність промивання - $17,2 \text{ л/м}^2 \times \text{сек}$.
- 3.Тривалість промивання - 8 хв. (480 сек.) , [13].
- 4.Кількість промивань фільтрів на добу:
у зимовий період – 12;
у літній період - 24.

5. Витрата промивної води в зимовий період (182 дні - грудень - травень)

$$Q_3 = \frac{115 \cdot 480 \cdot 17,2 \cdot 12 \cdot 182}{1000} = 2073577,0 \text{ м}^3/\text{період}$$

6. Витрата промивної води в літній період (183 дні - червень - листопад)

$$Q_л = \frac{115,0 \cdot 480 \cdot 17,2 \cdot 24 \cdot 183}{1000} = 4169940,5 \text{ м}^3/\text{період}$$

7. Загальна витрата промивної води

$$Q_{\text{общ}} = Q_3 + Q_л, \text{ м}^3/\text{рік} \quad (6.6)$$

Річна витрата води на дезінфекцію фільтрів визначається по формулі

$$W_{\text{дез}} = V \cdot n_1 \cdot n_2, \text{ м}^3 \quad (6.7)$$

де V - об'єм фільтрів, $V = 550 \text{ м}^3$, кількість 6 шт., 3300 м^3 ; n_1 - кількість дезінфекцій у рік, 1 раз; n_2 - кратність об'ємів води на дезінфекцію із промиванням, 2.

$$W_{\text{дез}} = 3300 \cdot 1 \cdot 2 = 6600,0 \text{ м}^3.$$

Сумарне споживання води на промивання й дезінфекцію фільтрів дорівнює:

$$W_{\phi} = 6243517,5 + 6600,0 = 6250117,5 \text{ м}^3/\text{рік}.$$

Втрати по техрегламенту становлять 5% від річної витрати води:

$$W_{\phi} = W_{\phi} \cdot 0,05, \text{ м}^3/\text{рік} \quad (6.8)$$

$$W_{\phi} = 6250117,5 \cdot 0,05 = 312505,9 \text{ м}^3/\text{рік}$$

Об'єм водовідведення після промивання й дезінфекції фільтрів становить:

$$W_{\phi} = W_{\phi} \cdot 0,95, \text{ м}^3/\text{рік} \quad (6.9)$$

$$W_{\phi} = 6250117,5 \cdot 0,95 = 5937611,6 \text{ м}^3/\text{рік}$$

Промивні води відводять в р. Дніпро.

Промивання й дезінфекція ємкісних технологічних споруджень - відстійників і камер реакції, резервуарів чистої води й іншого

технологічного встаткування проводиться відповідно до затвердженого річного графіка й відповідно до техрегламента підприємства.

Послідовність і зміст операцій:

- відключення спорудження й скидання води в каналізацію;
- очищення стін і днища від черепашок й інших відкладень шкребками з розмивом і промиванням очищених поверхонь компактним струменем з брандспойта, з наступним скиданням у каналізацію;
- заповнення спорудження водою з одночасним хлоруванням і послідовним скиданням у каналізацію;
- заповнення спорудження східною водою й включення його в роботу.

На території насосно-фільтрувальної станції розташовані наступні ємкісні спорудження характеристика котрих приведена у таблиці 6.1

Таблиця 6.1 – Характеристика ємкісних споруджень

п/п	Найменування	Кількість, шт.	Площа водної поверхні, м ²	Об'єм, м ³
1.	Змішувачі. Розмір 24,0x2,5x3,2	2	60,0	192,0
2.	Камери реакції. Розмір 12,0x12,0x4,5	15	144,0	648,0
3.	Горизонтальні відстійники. Розмір 12x87x4,5	15	1044,0	4698,0
4.	Резервуари чистої води 50x50x4,5	4	5776,0	10000,0
5.	Бак для готування розчину коагулянту	8	29,5	30,0

--	--	--	--	--

Витрати води на промивання й дезінфекцію резервуарів чистої води визначається по формулі:

$$W_{PЧВ} = (V_1 + q_i \cdot t_i + V_2) \cdot n_i \cdot m_i, \text{ м}^3/\text{рік} \quad (6.10)$$

де V_1 - залишок води після спорожнювання резервуарів (30% об'єму), м^3 ; q_i - витрата води на мийку резервуарів, $\text{м}^3/\text{год.}$; t_i - тривалість мийки, год. ; V_2 - витрата води на дезінфекцію хлорним розчином, м^3 ; n_i - кількість резервуарів, 4 шт., по 10000 м^3 кожен; m_i - періодичність мийки, $\text{раз}/\text{рік}$.

$$W_{PЧВ10000} = (3000 + 7,2 \cdot 12 + 10000) \cdot 4 \cdot 2 = 104691,2 \text{ м}^3/\text{рік}.$$

Втрати по техрегламенту становлять 5% від річної витрати води:

$$W_{PЧВ}^{\text{ПОТ}} = W_{PЧВ} \cdot 0,05, \text{ м}^3/\text{рік} \quad (6.11)$$

$$W_{PЧВ} = 104691,2 \cdot 0,05 = 5234,6 \text{ м}^3/\text{рік}.$$

Об'єм водовідведення після промивання й дезінфекції резервуарів чистої води становить:

$$W_{PЧВ}^{\text{СТ}} = W_{PЧВ} \cdot 0,98, \text{ м}^3/\text{рік} \quad (6.12)$$

$$W_{PЧВ}^{\text{СТ}} = 104691,2 \cdot 0,98 = 99456,6 \text{ м}^3/\text{рік}.$$

Витрата води на промивання ємкісних споруджень (відстійників, камер реакцій) визначається по формулі:

$$Q_n = q \cdot n \cdot t \cdot A \cdot 3,6, \text{ м}^3/\text{рік} \quad (6.13)$$

де q - продуктивність поливального крана, $\text{л}/\text{с}$; n - кількість одиниць устаткування, шт.; t - тривалість операції промивання ємкісного спорудження, год. ; A - кількість операцій промивання, $\text{раз}/\text{рік}$; $3,6$ - емпіричний коефіцієнт.

Втрати води при мийці устаткування прийняті в розмірі 5% від об'єму водоспоживання [7]. Стічні води скидаються в р. Дніпро.

Втрати води на площадці очисних споруджень включає:

- витоку через змочену поверхню ємкісних споруджень (змішувачі, відстійники, камери реакцій, фільтри, резервуари чистої води, аванкамери);

- виток через нещільність запірних арматур, що встановлена на випусках промивних вод і води, що перебуває під постійним статичним напором, приймається 4% від подачі води.

Витоку через змочену поверхню ємнісних споруджень визначається по формулі:

$$W_5 = 0,003 \cdot 365 \cdot F_{CM} \quad (6.14)$$

де 0,003 - припустима величина втрат з нових резервуарів у кубічних метрах на 1 м² змоченої поверхні стін і днища на добу [14];

F_{CM} - сумарна змочена поверхня ємнісних споруджень, м²;

365 - кількість днів у році.

Змішувачі - 2 шт.

Розмір (24 × 2,5) · 3,2 м; $F = 459$ м².,

Відстійники - 15 шт. Розмір (87 × 12 × 4,5) м; $F = 29025$ м²;

Розміри камер реакцій - 15 шт. 12×12×4,5; $F = 5760$ м²;

Фільтри 24 шт., 12×12×3,85; $F = 7833$ м²;

Резервуари чистої води - 4 шт. 50×50×4; $F = 13600$ м²;

Аванкамери 5 шт., 6×6×8; $F = 1140$ м²; $F_{обм} = 57817$ м².

$$W_{CM} = 0,003 \cdot 365 \cdot 57817,0 = 63310,0 \text{ м}^3/\text{рік.}$$

Витоку через нещільність запірних арматур приймаємо 4% від подачі води.

Річний об'єм подачі води в систему подачі й розподілу води становить 182500 тис.м³.

$$W_{ут} = \frac{182500 \cdot 4}{100} = 7300,0 \text{ тис м}^3 / \text{рік.}$$

Скидання води здійснюється в р. Дніпро.

Питна вода використовується на:

- готування розчину коагулянту, м³;

- мийку затворних і розчинних баків, м³.

Витрата води на готування коагулянту визначається по формулі:

$$W_6 = \frac{Q \cdot D_k}{50}, \text{ м}^3 / \text{рік} \quad (6.15)$$

$$W_6 = \frac{2000000 \cdot 0,16}{50} = 6400 \text{ м}^3 / \text{рік}$$

де Q - річна продуктивність очисних споруджень, м^3 ;

D_k - середньорічна доза коагулянту $0,16 \text{ кг}/\text{м}^3$;

50 - вміст 5% розчину коагулянту в 1 м^3 розчину, кг.

Витрата води на промивання видаткових і розчинних баків визначається по формулі:

$$Q_{\text{пр}} = q \cdot n \cdot t \cdot A \cdot 3,6, \text{ м}^3 / \text{год} \quad (6.16)$$

Де q - продуктивність поливального крана, л/с;

n - кількість одиниць устаткування, шт.;

t - тривалість операції промивання ємнісного спорудження, год.;

A - кількість операцій промивання, раз/рік;

3,6 - переводний коефіцієнт.

Втрати води при мийці встаткування прийняті в розмірі 5% від об'єму водоспоживання [9]. Стічні води приділяються в р. Дніпро.

Хлораторна обладнана шістьма випарниками хлору ХИ-2 і шістьма хлораторами ХТ-2.

У роботі постійно п'ять агрегатів.

Витрата води на роботу хлораторної визначаємо по формулі:

$$W_{\text{ХЛ}} = (q_{\text{ХИ}} + q_{\text{ХТ}}) \cdot t \cdot T \cdot n \cdot K, \text{ м}^3 / \text{рік} \quad (6.17)$$

де $q_{\text{ХИ}}$ - витрата води на роботу одного ХИ-2, $0,9 \text{ м}^3 / \text{год.}$;

$q_{\text{ХТ}}$ - витрата води на роботу одного ХТ-2, $5,0 \text{ м}^3 / \text{год.}$;

t , - тривалість роботи випарника хлору й хлоратора в добу, 24 години;

T - кількість роботи випарника хлоратора в році, 365 діб;

n - кількість хлораторів і випарників у роботі, 5 шт.;

K - коефіцієнт завантаження.

$$W_{\text{ХЛ}} = (0,9 + 5,0) \cdot 24 \cdot 365 \cdot 5 \cdot 1 = 258420,0 \text{ м}^3 / \text{рік.}$$

Витрата води на потреби хлораторів ХТ-2 є 100% безповоротним споживанням.

$$W_{\text{хл}}^{\text{бп}} = 219000,0 \text{ м}^3/\text{рік}.$$

Насосна станція обладнана п'ятьма насосними агрегатами марок 36В-12 й 52В-11. Постійно в роботі 3 агрегати.

Витрата води на охолодження й змащення конструкцій насосних агрегатів визначаємо по формулі:

$$W_{\text{охл}} = (W_0 + W_{\text{см}}) \cdot t \cdot T \cdot n \cdot K, \text{ м}^3/\text{рік} \quad (6.18)$$

W_0 - витрата води на охолодження повітроохолоджувача масла верхньої й нижньої хрестовин електродвигуна ВДС (настановне креслення електродвигуна № ОВП 300362), 109,5 м³/год.;

$W_{\text{см}}$ - витрата води на змащення підшипника 5,4 м³/год.[15];

t - тривалість роботи насосів у добу, годин;

T - кількість робочих днів на рік;

n - кількість працюючих насосів, штук;

K - коефіцієнт завантаження.

Підставляємо значення у формулу:

$$W_{\text{охл}} = (109,5 + 5,4) \cdot 24 \cdot 365 \cdot 3 = 3019572,0 \text{ м}^3/\text{рік}$$

Втрати по техрегламенту становлять 2% від витрати води на охолодження насосів:

$$W_{\text{охл}}^{\text{пот}} = 60391,4 \text{ м}^3/\text{рік}$$

Об'єм водовідведення становить:

$$W_{\text{охл}}^{\text{ст}} = 3019572,0 - 60391,4 = 2959180,6 \text{ м}^3/\text{рік}$$

Скидання води здійснюється в р. Дніпро.

У хімлабораторії вода витрачається на мийку посуду, на одержання дистильованої води, відбір проб.

Пробовідбірники являє собою трубочки 15 мм, врізані в колектори що відбирає води, для проб, швидкість витікання струменя 1м/с. Відповідно до

технологічного регламенту, вода з пробовідбірників тече цілодобово. Проба відбирається в об'ємі 1 літр.

Об'єм води, що витрачається для контролю за якістю питної води, визначається по формулі:

$$W_{np} = q \cdot m \cdot n \cdot N, \text{ м}^3 \quad (6.19)$$

де q - витрата води, що приходить на один пробовідбірник, $\text{м}^3/\text{год.}$,

$$q = \frac{\text{ПД}^2}{4} \cdot V, \text{ м}^3/\text{год} \quad (6.20)$$

$$q = \frac{3,14 \cdot 0,015^2}{4} \cdot 1 \cdot 3600 = 0,636 \text{ м}^3/\text{год}$$

n - час роботи пробовідбірника, год.; 24 год./добу;

m - кількість пробовідбірників, шт.;

N - час роботи пробовідбірника протягом року, 365 діб.

$$W_{np} = 0,636 \cdot 24 \cdot 20 \cdot 365 = 111427,2 \text{ м}^3/\text{рік.}$$

Витрата води на мийку лабораторного посуду визначається по формулі:

$$W_{\text{лм}} = q \cdot 10^{-3} \cdot n \cdot T \cdot K_1, \text{ м}^3/\text{рік} \quad (6.21)$$

де q - продуктивність лабораторної мийки, 80 л/год.;

n - кількість лабораторних 5 мийок;

T - річний фонд робочого часу, 2008 год.;

K_1 - коефіцієнт завантаження мийки 0,5.

$$W_{\text{лм}} = 80 \times 10^{-3} \times 5 \times 2008 \times 0,5 = 401,6 \text{ м}^3/\text{рік.}$$

Втрати води становлять 2% від водоспоживання:

$$W_{\text{лм}}^{\text{пот}} = 0,02 \cdot W_{\text{лм}}, \text{ м}^3/\text{рік} \quad (6.22)$$

$$W_{\text{лм}}^{\text{пот}} = 0,02 \cdot 401,6 = 8,0 \text{ м}^3/\text{рік.}$$

Витрата води дистиллятором для одержання дистилляту визначається по формулі:

$$W_{\text{д}} = v \cdot 10^{-3} \cdot T \cdot m \cdot K_2, \text{ м}^3/\text{рік} \quad (6.23)$$

де v - продуктивність дистиллятора, 4,0 л/год.;

m - кількість дистилляторів 1 шт;

T - річний фонд робочого часу, 2008 год.;

K_2 - коефіцієнт завантаження дистилятора, 0,8.

$$W_d = 4,0 \cdot 10^{-3} \cdot 2008 \cdot 1 \cdot 0,8 = 6,43 \text{ м}^3/\text{рік}.$$

Об'єм водоспоживання на одержання дистиляту є 100% безповоротним споживанням.

$$W_{д}^{бп} = W_d = 6,43 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Витрата води, споживаної на охолодження дистилятора, визначається по формулі:

$$W_{охл} = Q \cdot 10^{-3} \cdot T \cdot m \cdot K, \text{ м}^3/\text{рік}. \quad (6.24)$$

де Q - витрату води на охолодження дистилятора, 160 л/год.;

m - кількість апаратів, 1;

T - річний фонд робочого часу, 2008 год.;

K - коефіцієнт завантаження встаткування, 0,8.

$$W_{ох,} = 160 \cdot 10^{-3} \cdot 2008 \cdot 1 \cdot 0,8 = 257,0 \text{ м}^3/\text{рік}.$$

Втрати становлять 2% від об'єму водоспоживання. Стічні води скидаються в госпобутову каналізацію.

$$W_{охл}^{пот} = 0,02 \cdot W_{охл}, \text{ м}^3/\text{рік} \quad (6.25)$$

$$W_{охл}^{пот} = 0,02 \cdot 257,0 = 5,1 \text{ м}^3/\text{рік}$$

Річне споживання води на потреби лабораторії становить (по промисловим даним) :

$$W_{лб} = 112092,23 \text{ м}^3/\text{рік}$$

Втрати води становлять:

$$W_{лб}^{пот} = 2241,6 \text{ м}^3/\text{рік}$$

Безповоротне споживання води становить:

$$W_{лб}^{бп} = 6,43 \text{ м}^3/\text{рік}$$

Водовідведення в госпобутову каналізацію становить:

$$W_{лб}^{ст} = 645,5 \text{ м}^3/\text{рік}$$

Водовідведення в р. Дніпро становить:

$$W_{лб}^B = W_{лб} - W_{лб}^{пот} - W_{лб}^{бп} - W_{лб}^{ст}$$

$$W_{\text{лб}}^{\text{в}} = 109198,7 \text{ м}^3/\text{рік}$$

Технологічні витрати води на ділянці водогінних мереж. Технологічна витрата води в системі подачі й розподілу води включає:

- на хлорування й промивання водоводів і водогінних мереж (планову й після ремонтних робіт);
- на хлорування резервуарів чистої води, насосної станції 3-го підйому й Криничанських резервуарів чистої води;
- на роботу хлораторних.

Витрата води на транспортування визначається по формулі:

$$W_{\text{тр}} = W_{\text{пром і хл}} + W_{\text{пр РЧВ}} + W_{\text{хлорат.}}, \text{м}^3/\text{рік} \quad (6.26)$$

Витрата води на планове хлорування й промивання водоводів і промивання після виконання робіт визначається по формулі:

$$W_{\text{пром і хл}} = W_{\text{хл}} + W_{\text{пр.}}, \text{м}^3/\text{рік} \quad (6.27)$$

де $W_{\text{хл}}$ - витрата води на планове хлорування, і промивання водоводів і мереж;

$W_{\text{пр}}$ - витрата води на промивання й хлорування після проведення ремонтних робіт.

Хлорування й промивання водоводів і розводящих мереж проводиться планово один раз на рік.

Витрата води на хлорування визначаємо по формулі:

$$W_{\text{хл}} = \frac{\text{ПД}^2}{4} \cdot L, \text{м}^3/\text{рік} \quad (6.28)$$

де L – довжина трубопроводу, м.

$$W_{\text{хл.1400}} = \frac{3,14 \cdot 1,4^2}{4} \cdot 126000 = 193863,6 \text{ м}^3/\text{рік}$$

$$W_{\text{хл.500}} = \frac{3,14 \cdot 0,5^2}{4} \cdot 12000 = 2355 \text{ м}^3/\text{рік}$$

$$W_{\text{хл.150}} = \frac{3,14 \cdot 0,15^2}{4} \cdot 38515 = 680 \text{ м}^3/\text{рік}$$

Після контакту вода скидається, водовод і мережі заповнюються питною водою й скидання повторюється доти поки вода не буде відповідати по бактеріологічних і фізико-хімічних показниках [5].

Приймаємо скидання 2 рази, тобто для водовода $D=1400$ мм- 387727,2 м³, для водовода $D=500$ мм - 4710 м³, для розводящих мереж 1360 м³/рік.

РАЗОМ: 393797,2 м³/рік.

Витрата води на промивання й хлорування водоводів і розводящих мереж після проведення ремонтних робіт визначаємо по тим же формулам, що при плановому промиванні й хлоруванні.

Порядок проведення робіт.

Скидання води з водоводів і мереж для виробництва ремонтних робіт:

$$W = \frac{\pi D^2}{4} \cdot L, \text{ м}^3/\text{рік} \quad (6.29)$$

$$W = 3,14 \cdot 1,4^2 / 4 \cdot 126000 = 193863,6 \text{ м}^3/\text{рік}$$

$$W_{500} = 3,14 \cdot 0,5^2 / 4 \cdot 12000 = 2355 \text{ м}^3/\text{рік}$$

$$W_{150} = 3,14 \cdot 0,15^2 / 4 \cdot 38515 = 680 \text{ м}^3/\text{рік}$$

РАЗОМ: 196898,6 м³/рік

Промивка водоводів і сітей:

$$W_{\text{пр}} = \frac{\pi D^2}{4} \cdot 1,5 \cdot 2 \cdot 3600 \cdot L = 4345, \text{ м}^3/\text{рік} \quad (6.30)$$

для водоводів $D=1400$ мм, де 4345 – промивна ділянка, тобто фактична середня відстань між камерами перемикачів на водоводі, метрів, для водоводів $D=500$ і $D=150$ мм, де 500 – промивна ділянка, тобто фактична середня відстань між камерами перемикачів на водоводі, метрів.

$$W_{1400} = 3,14 \cdot 1,4^2 / 4 \cdot 1,5 \cdot 2 \cdot 3600 \cdot 126000 / 4345 = 481870,4 \text{ м}^3/\text{рік}.$$

$$W_{500} = 3,14 \cdot 0,5^2 / 4 \cdot 1,5 \cdot 2 \cdot 3600 \cdot 12000 / 500 = 50868,0 \text{ м}^3/\text{рік}.$$

$$W_{150} = 3,14 \cdot 0,15^2 / 4 \cdot 1,5 \cdot 2 \cdot 3600 \cdot 38515 / 500 = 14693,9 \text{ м}^3/\text{рік}.$$

Хлорування:

$$W_{\text{хл.1400}} = 193863,6 \text{ м}^3/\text{рік}.$$

$$W_{\text{хл.500}} = 2355 \text{ м}^3/\text{рік}.$$

$W_{150} - 680 \text{ м}^3/\text{рік}.$

Разом: $196898,6 \text{ м}^3/\text{рік}.$

Промивання один раз, витрата становить:

$W_{1400} - 193863,6 \text{ м}^3/\text{рік}.$

$W_{500} - 2355 \text{ м}^3/\text{рік}.$

$W_{150} - 680 \text{ м}^3/\text{рік}.$

Разом: $196898,6 \text{ м}^3/\text{рік}.$

Витрата води на планове промивання й хлорування після ремонтних робіт становить:

$$W_{\text{пром і хл}} = 196898,6 + 196898,6 = 393797,2 \text{ м}^3/\text{рік}.$$

Витрата води на промивання й хлорування резервуарів чистої води насосної станції 3-го підйому і Криничанських резервуарів чистої води визначаємо по тій же методиці, що й для резервуарів на площадці очисних споруджень водопроводу.

На насосній станції 3-го підйому - три резервуари ємкістю 10000 м^3 кожний, на Криничанських два резервуара, ємкістю 1000 м^3 кожний.

$$W_{\text{рчв } 10000} = (3000 + 7,2 \cdot 12 + 10000) \cdot 3 \cdot 2 = 78518,4 \text{ м}^3/\text{рік}.$$

$$W_{\text{рчв } 1000} = (300 + 7,2 \cdot 6 + 1000) \cdot 2 \cdot 2 = 5372,8 \text{ м}^3/\text{рік}.$$

Разом: $83891,2 \text{ м}^3/\text{рік}.$

Витрата води на роботу хлораторних насосної станції 3-го підйому й Криничанських резервуарів визначаємо по тій же методиці, що й для хлораторної на площадці очисних споруджень водопроводу.

Скидання води після планового промивання мереж і резервуарів і проведення ремонтних робіт здійснюється по організованих випусках у гідрографічну мережу.

РОЗДІЛ 7. ОБҐРУНТУВАННЯ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ ЩОДО ЗНЕЗАРАЖУВАННЯ ПИТНОЇ ВОДИ

7.1 Застосування хлору в сучасних методах знезаражування води

Хлорування може здійснюватися за допомогою зрідженого хлорного газу, розчину гіпохлориту натрію або гранул гіпохлориту кальцію, а також за допомогою локальних генераторів хлору. Зріджений газ хлор постачається в контейнерах під тиском. Газ відбирається з балону і дозується у воду за допомогою хлоратора, який контролює і вимірює витрату газу. Розчин гіпохлориту натрію дозується за допомогою об'ємного електричного дозуючого насоса або гравітаційної системи подачі. Гіпохлорит кальцію розчиняється у воді, а потім змішується з основним потоком. Хлор (рис. 7.1), у вигляді газу з балону, гіпохлориту натрію або кальцію, розчиняється у воді з утворенням хлоридної кислоти (HOCl) та гіпохлорит-іону (OCl^-).



Рисунок 7.1 – Хлор

Можуть застосовуватися різні методи хлорування, в тому числі хлорування до точки прориву, граничне хлорування та суперхлорування/дехлорування. Хлорування до точки розриву - це метод, при якому доза хлору достатня для швидкого окислення всього аміачного

азоту у воді і залишення відповідного вільного залишкового хлору для захисту води від повторного інфікування від точки хлорування до точки використання. Суперхлорування/дехлорування - це додавання великої дози хлору для швидкої дезінфекції та хімічної реакції, що супроводжується зменшенням надлишку вільного залишкового хлору. Видалення надлишку хлору важливе для запобігання проблем зі смаком. Воно використовується в основному тоді, коли бактеріальне навантаження є змінним або час витримки в резервуарі є недостатнім. Маргінальне хлорування використовується там, де водопостачання має високу якість, і полягає в простому дозуванні хлору для отримання бажаного рівня вільного залишкового хлору. Попит на хлор у таких системах водопостачання дуже низький, і точка розриву може навіть не настати.

Хлорування застосовується переважно для дезінфекції мікробів. Однак хлор також діє як окислювач і може видаляти або сприяти видаленню чи хімічному перетворенню деяких хімічних речовин - наприклад, розкладанню пестицидів, що легко окислюються, таких як алдікарб; окисленню розчинених речовин (наприклад, марганцю(II)) з утворенням нерозчинних продуктів, які можуть бути видалені подальшою фільтрацією; окисленню розчинених речовин до форм, які легше видаляються (наприклад, арсеніт до арсенату).

Недоліком хлору є його здатність реагувати з природними органічними речовинами з утворенням тригалометанів та інших галогенованих побічних продуктів дезінфекції. Однак утворення побічних продуктів можна контролювати шляхом оптимізації системи очищення.

7.2 Застосування озону в сучасних методах знезаражування води

Озон (рис. 7.2) є потужним окислювачем і має багато застосувань у водопідготовці, включаючи окислення органічних хімічних речовин. Озон можна використовувати як основний дезінфікуючий засіб.



Рисунок 7.2 – Озон

Газ озон (O₃) утворюється при пропусканні сухого повітря або кисню через електричне поле високої напруги. Отримане збагачене озоном повітря дозується безпосередньо у воду за допомогою пористих дифузорів в основі перегородчастих резервуарів-контакторів. Баки-контактори, як правило, глибиною близько 5 м, забезпечують 10-20 хвилин контакту з водою. Повинно бути можливим розчинення щонайменше 80% застосованого озону, а решта міститься у відхідних газах, які проходять через деструктор озону і викидаються в атмосферу.

Ефективність озонування залежить від досягнення бажаної концентрації після певного періоду контакту. Для окислення органічних хімічних речовин, таких як деякі пестициди, що окислюються, зазвичай використовується залишок близько 0,5 мг/л після часу контакту до 20 хвилин. Дози, необхідні для досягнення цього, залежать від типу води, але зазвичай знаходяться в діапазоні 2-5 мг/л. Для неочищених вод потрібні вищі дози, оскільки природні органічні речовини потребують озону.

Озон вступає в реакцію з природними органічними речовинами, збільшуючи їхню здатність до біологічного розкладання, що вимірюється як

засвоюваний органічний вуглець. Щоб уникнути небажаного росту бактерій, озонування зазвичай використовується з подальшою обробкою, такою як біологічна фільтрація або гранульоване активоване вугілля (GAC), для видалення органічних речовин, що біологічно розкладаються, з подальшим видаленням залишків хлору, оскільки озон не забезпечує дезінфікуючих залишків. Озон ефективний для деградації широкого спектру пестицидів та інших органічних хімічних речовин.

7.3 Інші сучасні методи знезаражування води

Інші методи дезінфекції включають хлорування, використання діоксиду хлору та ультрафіолетового випромінювання, а також альтернативні методи дезінфекції, які можуть застосовуватися в менших масштабах, наприклад, для побутової води.

Хлораміни (монохлорамін, дихлорамін і трихлорамін, або трихлорид азоту) утворюються в результаті реакції водного хлору з аміаком. Монохлорамін - єдиний корисний хлораміновий дезінфікуючий засіб, і умови, що застосовуються для хлорування, розраховані на виробництво тільки монохлораміну. Монохлорамін є менш ефективним дезінфікуючим засобом, ніж вільний хлор, але він стійкий, і тому є привабливим вторинним дезінфікуючим засобом для підтримання стабільних залишків у системі розподілу.

Діоксид хлору використовується в останні роки через занепокоєння щодо утворення побічних продуктів дезінфекції, пов'язаних з дезінфекцією хлором. Зазвичай діоксид хлору утворюється безпосередньо перед застосуванням шляхом додавання газоподібного хлору або водного розчину хлору до водного хлориту натрію. Діоксид хлору розкладається у воді з утворенням хлориту і хлорату.

УФ-випромінювання, що випромінюється ртутною дуговою лампою низького або середнього тиску, є біоцидним у діапазоні довжин хвиль від 180 до 320 нм. Його можна використовувати для інактивації найпростіших, бактерій, бактеріофагів, дріжджів, вірусів, грибків і водоростей. Каламутність може перешкоджати УФ-дезінфекції. УФ-випромінювання може діяти як каталізатор реакцій окислення при використанні в поєднанні з озоном або перекисом водню.

Розробляються численні методи дезінфекції, які, як правило, застосовуються в невеликих масштабах, наприклад, в побутових системах очищення води в точках споживання і точках входу. Деякі з них, зокрема бром і йод, є перспективними для більш широкого використання. Бром і йод, як і хлор, є галогенами і добре відомими біоцидами. Йод зазвичай використовується для короткочасного застосування, наприклад, мандрівниками в місцях, де якість води викликає сумніви. Деякі форми срібла можуть застосовуватися як бактеріостати або, можливо, як дезінфікуючі засоби повільної дії для деяких мікроорганізмів; однак, для кількісної оцінки останніх не існує хороших рецензованих опублікованих даних. Необхідно провести більш ретельний аналіз біоцидної ефективності, потенційних побічних продуктів дезінфекції та ризиків, пов'язаних з довготривалим впливом, а також умов застосування цих рідше використовуваних хімічних речовин для надання відповідних рекомендацій щодо їхнього потенціалу для ширшого застосування.

РОЗДІЛ 8. ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ АЛЬТЕРНАТИВНИХ МЕТОДІВ ЗНЕЗАРАЖУВАННЯ ВОДИ

Порівняння економічних показників очистки питної води хлором та озонуванням в Україні та в країні ЄС Франції

Хлорування. Переваги:

1. Низька вартість: хлор є відносно дешевим дезінфікуючим засобом. Витрати на хлорування води складають близько \$0.15-\$0.20 за кубічний метр води (рис. 7.1).

2. Простота у використанні: хлорування легко здійснюється і не потребує складного обладнання.

3. Тривала дезінфекція: хлор забезпечує залишкову дезінфекцію, що захищає воду від повторного зараження у системі розподілу.

Недоліки:

1. Хлор реагує у воді з органічними речовинами, утворюючи тріхалометани (THMs) та інші небезпечні побічні продукти.

2. Хлор може надавати воді неприємний смак та запах.

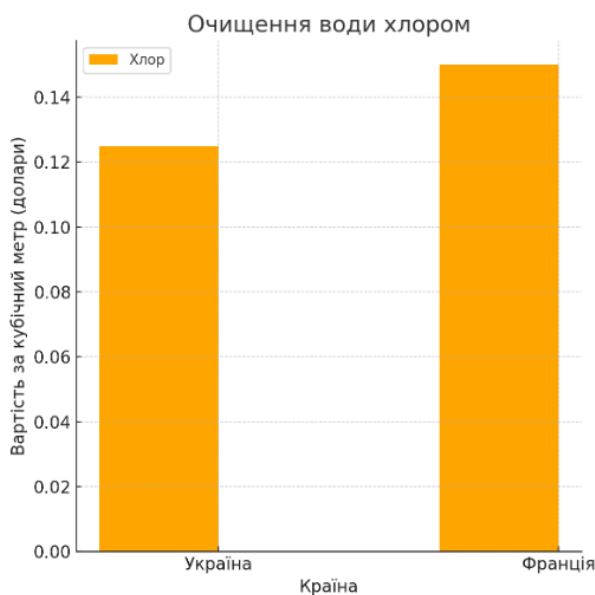


Рисунок 7.1 – Вартість питної води зі знезараженням хлором

Озонування. Переваги:

1. Ефективність: озон є потужним окисником і ефективно знищує широкий спектр мікроорганізмів.
2. Менше побічних продуктів: озон не утворює ТНМs та інших небезпечних побічних продуктів у таких кількостях, як хлор.
3. Поліпшення смаку та запаху: озон допомагає покращити смак та запах води.

Недоліки:

1. Висока вартість: витрати на озонування води значно вищі. Вони складають близько \$0.30-\$0.50 за кубічний метр води (рис. 7.2).
2. Складність у використанні: озонування потребує спеціального обладнання для генерування озону та забезпечення його ефективного контакту з водою.
3. Відсутність залишкової дезінфекції: озон швидко розпадається, і тому не забезпечує довготривалу дезінфекцію води після обробки.

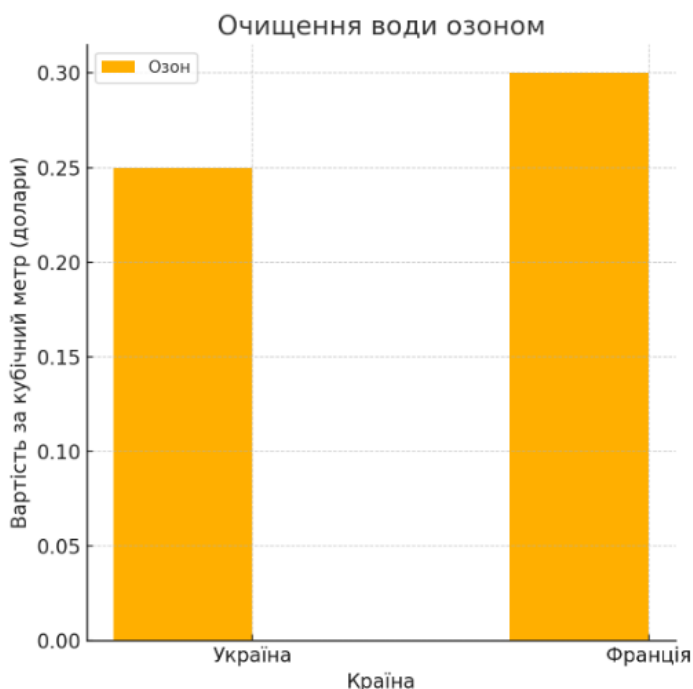


Рисунок 7.2 – Графік вартості питної води зі знезараженням озоном

1. Інвестиції в обладнання:

- хлорування: мінімальні витрати на обладнання.

- озонування: високі початкові витрати на озонатор та системи контактування.

2. Операційні витрати:

- хлорування: низькі поточні витрати на закупівлю хлору.
- озонування: вищі поточні витрати на виробництво озону (енергія, обслуговування обладнання).

3. Витрати на утилізацію побічних продуктів:

- хлорування: можуть бути додаткові витрати на управління побічними продуктами (наприклад, THMs).

- озонування: менші витрати на утилізацію побічних продуктів, але можливі витрати на додаткові етапи обробки для видалення розчинних органічних сполук, які можуть стати живильним середовищем для бактерій.

З економічної точки зору, хлорування є більш вигідним варіантом завдяки своїй низькій вартості як обладнання, так і операційних витрат, в обох країнах знезараження води хлором є дешевшим порівняно з озонуванням. Проте, озонування може бути доцільним у випадках, де важлива висока якість води та мінімізація побічних продуктів дезінфекції. Якщо основний акцент робиться на економічну доцільність, то хлорування буде кращим вибором. Якщо ж пріоритетом є здоров'я населення та екологічна безпека, то перевагу варто надати озонуванню. Вибір між цими методами залежить від конкретних вимог до якості води, регуляторних норм та бюджету.

РОЗДІЛ 9 . ОХОРОНА ПРАЦІ

9.1 Охорона праці в Україні

Положення в області життєдіяльності людини в області охорони праці, на виробництві дотепер залишається не задовільним. На сьогоднішній день імовірність аварій і смертельних випадків на Україні в 3-5 разів вище, ніж у промислово розвинених країнах.

Основоположним законодавчим документом в галузі охорони праці є Закон України «Про охорону праці» [17], прийнятий 21 листопада 2002 року Президентом України, дія якого поширюється на всі підприємства, установи і організації незалежно від форм власності та видів їх діяльності, на усіх громадян, які працюють, а також залучені до праці на цих підприємствах. Закон має 9 розділів, що складаються з 44 статей, а саме:

- загальне положення (статті 1 – 4);
- гарантії прав на охорону праці (статті 5 – 12)
- організація охорони праці (статті 13 – 24)
- стимулювання охорони праці (статті 25- 26)
- нормативно-правові акти з охорони праці(статті 27 – 30)
- державне управління охорони праці (статті 31 – 37)
- державний нагляд і громадський контроль за охороною праці (статті 38–42)
- відповідальність за порушення законодавства про охорону праці (статті 43–44)

Правовою основою законодавства щодо охорони праці є Конституція України, Закони України: «Про охорону праці», «Про охорону здоров'я», «Про пожежну безпеку», «Про використання ядерної енергії та радіаційний

захист», «Про забезпечення санітарного та епідеміологічного благополуччя населення», а також Кодекс законів про працю України (КЗпП).

В ст.43 Конституції України [16] записано: «Кожен має право на працю, що включає можливість заробляти собі на життя працею, яку він вільно обирає, або на яку погоджується», «Кожен має право на належні, безпечні і здорові умови праці, на заробітну плату, не нижчу від визначеної законом», «Використання праці жінок і неповнолітніх на небезпечних для їхнього здоров'я забороняється».

Кожен, хто працює, має право на відпочинок (ст.45 Конституції України). Це право забезпечується наданням днів щотижневого відпочинку, а також оплачуваної щорічної відпустки, встановленням скороченого робочого дня щодо окремих професій і виробництв, скороченої тривалості роботи в нічний час.

У тексті ст. 46 Конституції України вказано на те, що громадяни мають на соціальний захист, що включає право на забезпечення їх у разі повної, часткової або тимчасової втрати працездатності, втрати годувальника, безробіття з незалежних від них обставин, а також у старості та в інших випадках, передбачених законом.

9.2 Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів

Фізично небезпечні чинники властиві водопровідному господарству виділені відповідно до ДСТУ ISO 45001:2019 [18]:

- підвищена температура поверхонь устаткування насосної станції;
- підвищена температура повітря робочої зони насосної станції.

Відповідно до ДСТУ-Н Б А.3.2-1:2007 [19] у результаті порушення теплового режиму може наступити перегрівання організму, викликає порушення терморегуляції, що спричиняє розвитку теплової гіпертермії, судорожній хворобі, може наступити тепловий удар;

- підвищений рівень шуму та вібрації (робота електродвигунів). При тривалому впливі знижується слух, змінюється кров'яний тиск, послабляється увага, погіршується зір, відбувається порушення координації прямування, особливо несприятливий вплив на нервову і серцево-судинну системи;

- небезпечний рівень напруги в електричній мережі, замикання якої може відбутися через тіло людини. Дія струму на організм людини може бути місцевою і загальною. Місцева дія, викликана електричними травмами являє собою поразку ділянок тканини електричним струмом (опіки, електричні знаки та ін.). Загальна поразка організму електричним струмом, названа електричним ударом, подає для людини найбільшу небезпеку, бо може привести до летального сходу;

- підвищений рівень вологості (на протязі довгого часу перевищує 75%) у спорудах фільтрів (у літній період);

- якості періодичного чинного транспорту застосовуються автомашини, тельфера (для пересування важких запчастин, контейнерів та ін.), які можуть привести до механічних ушкоджень.

Довідно до шкідливих хімічних факторів відносяться речовини, які застосовуються на виробництві в процесі хімічної очистки води: рідкий хлор та сульфат амонію.

Рідкий хлор – отрутна рідина жовто-зеленого кольору. Хлор у 2,5 рази важчий за повітря, має різкий неприємний запах. Відповідно ДСП 173-96 [20] у робочих приміщеннях: хлору – 1 мг/м^3 , двоокису хлору – $0,1 \text{ мг/м}^3$. Викликає подразнення слизових оболонок, кашель, нудоту, головний біль.

При підвищеному рівні вологості у приміщенні хлор викликає корозію металу, що може призвести до аварії, прориву трубопроводу.

Пил сульфату алюмінію викликає подразнення слизових оболонок, кашель, неприємний присмак у ротовій порожнині. ПДК у повітрі становить 10 мг/м³.

Згідно класифікації по токсичності хлор відноситься до 2 класу небезпеки, пил сульфату алюмінію – до 4 класу.

Робітники насосного цеху і хлораторної в процесі праці піддаються дії небезпечних та шкідливих речовин, виробничих факторів, які приведені в таблиці 9.2.

Потенційно небезпечною ділянкою являється:

- хлораторна: у випадку розгерметизації бочки з хлором;
- машинна зала: по електронезбезпечності відноситься до особливо небезпечних приміщень, підвищений шум, джерела енергії – робота контакторів, та іншого електрообладнання . Освітлення недостатнє.

Таблиця 9.2 – Карта умов праці для робочих місць участку цеху (категорія важкості робіт – II-б)

Санітарно-гігієнічні фактори	Позначення	Одиниця виміру	Значення		
			Нормативні (оптимальні)	Фактичні на роб. місці	
				Оператора хлораторної установки	Машиніста насосних установок
Мікроклімат: Холодний період року: - температура;	T	°C	15...21	15,2	17,1
- вологість;	W	%	60...75	75	70

- швидкість руху повітря.	V	м/с	до 0,3	0,3	0,2
Теплий період року:					
- температура;	T	°C	17...23	23	24
- вологість;	W	%	60...75	68	60
- швидкість руху повітря.	V	м/с	до 0,4	0,3	0,3
Освітлення:					
- природне (бічне);	e	%	1,5	1,0	1,1
- штучне (загальне);	E	лк	150	100	110
Шум:	A	дБА	80	80	80
Вібрація:	o				
- віброшвидкість;		дБ	35	32	33
- віброприскорення;	a ₀	дБ	80	73	84
	v ₀				
Шкідливі речовини:					
- пил:					
- коагулянту.	q ₁	мг /дм ³	10,0	-	-
Тепловипромінювання	Q	Вт/м ²	100,0	50,0	80,0

9.3 Охорона навколишнього середовища

Для очищення води на очисних спорудженнях у цей час застосовуються наступні реагенти:

- хлор рідкий (Cl_2 - хлор);
- коагулянт ($Al_2(SO_4)_3$ - сірчаноокислий алюміній).

Хлор рідкий надходить на підприємство від підприємства – постачальника у контейнерах сталевих, у рідкому стані. Хлор є сильним окислювачем і пожежонебезпечний при контакті з горючими речовинами. Це дуже небезпечна речовина, яка має подразнювальну та задушливу дію, має ряд недоліків, з яких самим істотним є здатність хлору при його витoku вражати не тільки обслуговуючий персонал, але й населення навколишніх до хлораторній території. Перевезення ємностей із хлором, його зберігання на складах являють реальну загрозу для населення.

У дипломному проекті передбачається заміна рідкого хлору на гіпохлорит натрію.

Застосування гіпохлорита натрію замість рідкого хлору для знезаражування води підвищує культуру виробництва (в наслідок ліквідації сховищ небезпечного й токсичного хлору), екологічну безпеку, надійність й економічність роботи водопроводу

На насосній підстанції третього підйому насосного цеху використовують замкнений цикл водопостачання для охолодження масляних ван. В разі протікання масла воду очищують спеціальними сорбентами. Воду в водоохолоджувачах не міняють, тому навіть якщо в ній і існують шкідливі домішки, то вони в навколишнє середовище не попадають [9].

Воду, якою промивали відстійники, зливають в спеціально відведених місцях, щоб не заважати нересту риби.

ВИСНОВОК

Тема знезараження та підготовки питної води є надзвичайно актуальною в сучасному світі, оскільки якість питної води безпосередньо впливає на здоров'я та рівень життя людини. Погано знезаражена та очищена вода може мати серйозні негативні наслідки для здоров'я населення, що підкреслює необхідність постійного вдосконалення технологій водоочищення.

Аульське водопровідне господарство забезпечує водопостачання населених пунктів на 100% з поверхневих вод. Комплекс гідротехнічних споруд включає водозабір, горизонтальні відстійники, швидкі фільтри, реагентне господарство, насосні станції, резервуари чистої води, електричні мережі та підстанції, магістральні та розподільчі трубопроводи. Загальна довжина всіх водогонів становить 218 км від насосної станції першого підйому до м. Дніпро.

Витрати та проектна потужність станції:

- 1) витрата хлору – середньорічна доза хлору складає 80-90 г/м³, доза коагулянту – 120-150 г/м³;
- 2) мінімальна витрата коагулянту становить 50 г/м³, максимальна – 900 г/м³;
- 3) середня швидкість руху води – у змішувачі – 10 м/сек, у відстійниках – 310-320 м/год, швидкість фільтрації при нормальному режимі– 80-100 м/год, при форсованому - 100-120 м/год;
- 4) ємності – п'ятнадцять горизонтальних відстійників із загальною місткістю 71 000 м³, двадцять чотири швидких безнапірних двошарових фільтрів із загальною площею фільтрації 2 760 м², чотири резервуари чистої води по 10 000 м³ кожен;

5) витрата води на роботу насосних станцій – на насосній станції 3-го підйому - три резервуари ємністю 10 000 м³ кожний, на Криничанських - два резервуара ємністю 1 000 м³ кожний;

б) загальна річна витрата води становить 838 912 м³/рік.

Проведене дослідження на об'єкті КП «Аульський водовід» дозволило детально розглянути методи водоочищення, технологічні процеси, а також хіміко-фізичні показники якості питної води. Було визначено основні недоліки та переваги існуючих методик підготовки води до споживання.

Порівняння якості питної води у країнах Європейського Союзу та Україні показало, що країни ЄС мають більш суворі стандарти та передові технології водоочищення, що забезпечує високу якість питної води. Це підкреслює необхідність вдосконалення існуючих технологій в Україні, щоб відповідати європейським стандартам.

Аульський водовід використовує кілька етапів очищення води: механічне, хімічне, біологічне очищення та знезараження. Основні методи знезараження включають хлорування, озонування та ультрафіолетове опромінення. Хлор є потужним окислювачем, але його використання пов'язане з рядом недоліків, таких як утворення побічних продуктів, небезпечних для здоров'я. В дипломному проекті передбачено заміну рідкого хлору на гіпохлорит натрію, що підвищує культуру виробництва та екологічну безпеку водопроводу.

Розглянуті методи очистки, такі як озонування, хлорування та ультрафіолетове знезаражування, мають свої переваги та недоліки. Озонування забезпечує високу ефективність знезараження без утворення шкідливих залишків, хоча й є дорогим. Хлорування є більш економічним, але може призводити до утворення шкідливих побічних продуктів. Ультрафіолетове знезаражування є ефективним і безпечним, але потребує високих витрат на енергію.

Аналіз економічної ефективності альтернативних методів знезараження води показав, що озонування має вищі початкові витрати на обладнання, вони складають близько \$0.30-\$0.50 за кубічний метр води, але забезпечує кращу якість води. Хлорування є економічно вигіднішим варіантом завдяки низьким початковим та операційним витратам, але має недоліки у вигляді утворення побічних продуктів, витрати на хлорування води складають близько \$0.15-\$0.20 за кубічний метр води.

З економічної точки зору, хлорування є більш вигідним варіантом завдяки своїй низькій вартості як обладнання, так і операційних витрат, в обох країнах знезараження води хлором є дешевшим порівняно з озонуванням. Проте, озонування може бути доцільним у випадках, де важлива висока якість води та мінімізація побічних продуктів дезінфекції. Якщо основний акцент робиться на економічну доцільність, то хлорування буде кращим вибором. Якщо ж пріоритетом є здоров'я населення та екологічна безпека, то перевагу варто надати озонуванню.

На основі проведених аналітичних робіт були надані рекомендації щодо покращення процесу водоочищення на підприємстві. Зокрема, було запропоновано впровадження сучасних методів знезараження, для досягнення оптимальної ефективності та якості води.

Загальні рекомендації по вдосконаленню методів підготовки питної води:

- 1) впровадити альтернативні методи знезараження води, такі як озонування та ультрафіолетове опромінення;
- 2) модернізувати обладнання для очищення води з метою підвищення його ефективності та надійності;
- 3) забезпечити постійний моніторинг якості води та регулярне оновлення методик очищення відповідно до сучасних стандартів та вимог.

Отже, вдосконалення процесу водоочищення на КП «Аульський водовід» та застосування сучасних методів знезараження є важливими

кроками для забезпечення високої якості питної води, що, у свою чергу, сприятиме покращенню здоров'я та рівня життя населення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Закон «Про питну воду, питне водопостачання та водовідведення». Відомості Верховної Ради України (ВВР) № 16, 2002. – 112с.
2. Генеральна Асамблея ООН. Резолюція 64/292: Право на воду та санітарію, 2010.– 3с.
3. Директива Ради 2000/60/ЄС про встановлення рамок діяльності Співтовариства в галузі водної політики. (ОВ L 327, 22.12.2000), 2000. – 1с.
4. Директива Ради 98/83/ЄС про якість води, призначеної для споживання людиною. (ОВ L 330, 5.12.1998), 1998.– 32с.
5. ДСанПіН 2.2.4 – 171 – 10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною», 2010. – 49с.
6. Регламент Європейського парламенту і ради (ЄС) № 178/2002. (ОВ L 031 01.02.2002, с. 1). 2002, – 17с.
7. An official website of the European Union URL: https://european-union.europa.eu/index_en?prefLang=ru (дата звернення 06.04.2024).
8. Кульський Л.А., Строкач П.П. Технологія очистки природніх вод. – К.: Вища школа, 1981. – 327с.
9. Технологічний регламент експлуатації споруд по підготовці питної води. Облводоканал, 2006. – 38с.
10. Технологічний регламент з виробництва питної води, Комунального підприємства Дніпропетровської обласної ради «Аульський водовід», 2019. – 77с.
11. Марієвський В.Ф., Бондаренко В.І., Фалендиш Н.Ф. та ін. Новий підхід в технології знезараження питної води.: Сб. докл. Междун. Конгресса «ЭТЭВК-2001», – Ялта, 2001.– 240с.

12. Науково-практичний журнал. Вода і водоочисні технології. - №3., 2005.- 89с.
13. ДБН В.2.5-74:2013. Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди, 2013. – 180с.
14. ДБН В.2.5-75:2013 Каналізація: Проектування Зовнішніх Мереж та Споруд, 2013. – 211 с.
15. Москвітин В.Д. Довідник по спец роботам. – Харків.: Укргіппрокомунстрій., 1981. – 55 с.
16. Конституція України. Київ, 1997. – 76 с.
17. Законодавство України про охорону здоров'я : Зб. законів за станом на 20 берез. 2002 р.Офіц. вид. Київ : Парлам. вид-во, 2002. – 152 с.
18. ДСТУ ISO 45001:2019 Системи управління охороною здоров'я та безпекою праці. Вимоги та настанови щодо застосування., 2019. – 48с.
19. ДСТУ-Н Б А.3.2-1:2007 «Система стандартів безпеки праці в будівництві. Настанова щодо визначення небезпечних і шкідливих факторів та захисту від їх впливу при виробництві будівельних матеріалів і виробів та їх використанні в процесі зведення та експлуатації об'єктів будівництва», 2007.– 36 с.
20. ДСП 173-96 «Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів», 1996. – 184с.