

**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА
ІМЕНІ О. М. БЕКЕТОВА**

**НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ БУДІВНИЦТВА, ЗЕМЛЕУСТРОЮ ТА
ЦИВІЛЬНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ**

КАФЕДРА ВОДОПОСТАЧАННЯ, ВОДОВІДВЕДЕННЯ І ОЧИЩЕННЯ ВОД

Пояснювальна записка





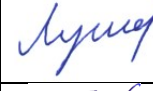
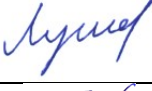
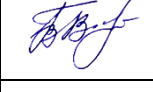
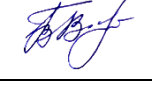


до кваліфікаційної роботи бакалавра
на тему

**«СИСТЕМА ВОДОВІДВЕДЕННЯ НАСЕЛЕНОГО ПУНКТУ
ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ»**

Виконав: здобувач освіти 4-го курсу,
групи ХарЦІ 2022-1з
спеціальності 192 "Будівництво та цивільна
інженерія",
освітня програма «Цивільна інженерія»
Агасімов А.Ю.
Керівник доц. Лукашенко С.В.
Рецензент доц. Тітов А.А.

Харків - 2026 року

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Загальні відомості	доц. Лукашенко С.В.		
Технологічна частина	доц. Лукашенко С.В.		
Організація експлуатації системи	доц. Лукашенко С.В.		
Охорона праці	доц. Барбашин В.В.		
Показник оригінальності роботи	доц. Сорокіна К.Б.		
Допуск до захисту	проф. Карагяур А.С.		

7. Дата видачі завдання 02 березня 2026р

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Загальна частина		
2	Технологічна частина		
3	Організація експлуатації системи		
4	Охорона праці		
5	Оформлення пояснювальної записки		
6	Підготовка графічного матеріалу. Виконання креслень		
7	Попередній захист кваліфікаційної роботи		

Здобувач освіти



(підпис)

Агасімов А.Ю.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи



(підпис)

Лукашенко С.В.

(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ:

	стор.
ВСТУП	5
1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ	6
1.1 Кліматичні умови та природні особливості Харківської області	6
1.2 Водні ресурси та їх використання	9
1.3 Екологічна ситуація з поверхневими водами в Харківській області	10
Каналізаційна інфраструктура та очищення стоків	
1.4 Обґрунтування проектних рішень	11
2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	13
2.1 Виробничо-побутова мережа водовідведення міста	13
2.2 Дощова каналізаційна мережа	26
2.3 Каналізаційна насосна станція	34
3 ОРГАНІЗАЦІЯ ЕКСПЛУАТАЦІЇ СИСТЕМИ	44
3.1 Призначення і задачі міського комунального підприємства	44
3.2 Організація системи контролю та планово-профілактичних робіт на комунальному підприємстві	47
3.3 Безпека праці при обслуговуванні систем водовідведення	50
3.4 Технічна експлуатація насосної станції	52
3.5 Санація систем водовідведення	54
4 ОХОРОНА ПРАЦІ	76
4.1 Виробнича санітарія	76
4.2 Техніка безпеки	80
4.3 Пожежна безпека	85
ВИСНОВКИ	89
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	90

ВСТУП

Обсяг пояснювальної записки – 92 сторінки, таблиць – 8, рисунків – 1, літературних джерел – 19.

СИСТЕМА ВОДОВІДВЕДЕННЯ, СТИЧНІ ВОДИ, ВОДОВІДВІДНА МЕРЕЖА, КАНАЛІЗАЦІЙНА НАСОСНА СТАНЦІЯ

Метою даного дослідження є розроблення комплексу інженерних споруд, призначених для приймання, транспортування та відведення стічних вод, що формуються на території населеного пункту.

У межах кваліфікаційної роботи виконано аналіз і розв’язання завдань, пов’язаних з організацією системи відведення господарсько-побутових та виробничих стічних вод у місті Харківської області відповідно до вимог чинної нормативної документації. Проведено гідравлічні розрахунки каналізаційної мережі, а також визначено основні технічні характеристики насосної станції.

Впровадження сучасних систем водовідведення дозволить підвищити рівень інженерного оснащення населених пунктів України та позитивно вплине на стан навколишнього природного середовища.

Система водовідведення являє собою комплекс інженерно-санітарних рішень і споруд, які забезпечують своєчасне збирання забруднених вод, що утворюються в результаті життєдіяльності населення та діяльності промислових підприємств, їх транспортування за межі забудованої території, подальше очищення, оброблення, знезараження та утилізацію.

Під час будівництва нових житлових, громадських, промислових і культурно-побутових об’єктів, а також у процесі реконструкції чи розширення вже наявних споруд, виникає потреба у виконанні значного обсягу інженерно-проектних робіт, пов’язаних зі створенням каналізаційних систем.

Для забезпечення захисту водних ресурсів і навколишнього середовища від негативного впливу стічних вод, що утворюються у населених пунктах та промислових районах, необхідно застосовувати комплексний підхід до проектування й експлуатації каналізаційних об’єктів. Розроблення споруд для збирання, транспортування, перекачування та очищення стічних вод повинно базуватися виключно на науково обґрунтованих інженерних розрахунках і технічних рішеннях.

1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

1.1 Кліматичні умови та природні особливості Харківської області

Клімат Харківської області характеризується як помірно континентальний. Для нього притаманні значні сезонні коливання температури повітря: середні температурні показники змінюються від приблизно $+20^{\circ}\text{C}$ у липні до -7°C у січні, а річна амплітуда може сягати 27°C . Основна частина атмосферних опадів припадає на літній період. Найбільша їх кількість спостерігається у червні — понад 65 мм, тоді як найменша — у лютому, менше 35 мм. Середньорічна кількість опадів становить близько 500 мм і коливається в межах 450–570 мм. Значення радіаційного індексу сухості за Григор'євим–Будико наближене до одиниці, що свідчить про відносну рівновагу між тепловими ресурсами та зволоженням території. Відносна вологість повітря протягом року змінюється від 60 % у травні до 80 % у зимові місяці. Абсолютна вологість повітря становить від двох гПа взимку до п'ятнадцяти гПа влітку. Найбільша тривалість сонячного сьйва спостерігається в липні — до 300 годин, найменша — у грудні, близько 25 годин.

Природно-кліматичні умови Харківщини є сприятливими для організації літнього відпочинку та рекреаційної діяльності. Тривалість комфортного сезону для відпочинку складає близько 130 днів у північній частині області та 150–158 днів у центральних, південних і східних районах. Кількість теплих днів поступово збільшується з півночі-заходу до південного сходу області — від 72 до 102 днів, при цьому найбільше їх спостерігається в районі міста Зміїв. Кількість прохолодних днів є більшою у північних районах і становить 36–48 днів на рік. Спекотні дні трапляються порівняно рідко — лише 10–17 днів протягом теплого сезону. У літній період переважають комфортні погодні умови з незначними перервами, викликаними короткочасними несприятливими явищами, що практично не впливають на загальну рекреаційну привабливість регіону.

Сприятливі погодні умови забезпечують можливість проведення оздоровчих заходів, зокрема купання, прогулянок, сонячних і повітряних ванн, а також спортивно-туристичних занять — пішохідних походів, велосипедних прогулянок, ігор та активностей на воді. Крім того, кліматичні особливості області сприяють розвитку пізнавального туризму та екскурсійної діяльності. Субкомфортні погодні умови допускають здійснення зазначених видів діяльності з певними обмеженнями, тоді як дискомфортні погодні явища — сильні морози, спека, зливи, хуртовини чи сильний вітер — ускладнюють або роблять неможливим перебування на відкритому повітрі [1].

Харківська область розташована у північно-східній частині України, у межах лісостепової та степової природних зон. Територія області знаходиться на південно-західних відрогах Середньоруської височини. За природними умовами область умовно поділяється на дві частини: лісостепову, яка охоплює центральні, північні та західні райони, і степову — південні та східні території. Область межує з Луганською, Донецькою, Дніпропетровською, Полтавською та Сумською областями України, а також із Белгородською областю. Загальна площа регіону становить 31,415 тис. км².

Рельєф Харківської області переважно рівнинний, хвилястого типу, з нахилом у напрямках річкових басейнів Дніпра та Дону. Північно-східну частину території займає Середньоруська височина, а південну — відроги Донецького кряжа. Найвища точка області розташована на висоті 236 м вище рівня моря, найнижча — 59 м у долині річки Сіверський Донець.

Формування клімату регіону відбувається під впливом сонячної радіації, циркуляції повітряних мас та особливостей підстильної поверхні. У порівнянні з Києвом і Москвою клімат Харкова є більш континентальним: зими тут холодніші, а літо — спекотніше. Місто розташоване поблизу межі лісостепової та степової зон на широті близько 50° північної широти. У теплий період року рівень випаровування перевищує кількість атмосферних опадів. Відкритість

території для проникнення повітряних мас із різних напрямків також суттєво впливає на кліматичні умови.

Температурні показники на території області поступово зростають у напрямку з півночі на південь. Узимку найнижчі температури характерні для північно-східних районів, тоді як улітку найвищі температури спостерігаються на південному сході області. Абсолютна річна амплітуда температур може досягати 80°C — від -40°C до $+40^{\circ}\text{C}$. Середня температура січня становить $-5\dots-7^{\circ}\text{C}$, а липня — $+21\dots+22^{\circ}\text{C}$. Особливості рельєфу міста Харкова сприяють накопиченню холодного повітря у долинах у зимовий період, унаслідок чого спостерігаються локальні температурні контрасти. Центральні райони міста зазвичай тепліші, ніж околиці, а південні — тепліші за північні.

Середньорічна кількість опадів у межах області складає $450\text{--}500$ мм. Максимальна кількість опадів спостерігається в липні — $70\text{--}75$ мм, мінімальна — у лютому, $26\text{--}29$ мм. Узимку переважають опади у вигляді снігу, хоча інколи можливі дощі. Літні опади значною мірою обумовлені інтенсивним прогріванням поверхні та активною циклоничною діяльністю.

Для Харківської області характерна значна кількість хмарних днів протягом року. Найменша хмарність спостерігається у серпні та вересні, найбільша — у листопаді та грудні. У літній період хмарність зазвичай має короткочасний характер і пов'язана з проходженням атмосферних фронтів та циклонів. У червні та липні кількість ясних днів зменшується через часті дощі.

Тумани найчастіше виникають в осінньо-зимовий період; у середньому вони спостерігаються близько 60 днів на рік. Найгустіші тумани супроводжують відлиги та танення снігового покриву, хоча іноді виникають і під час сильних морозів. В інші пори року тумани трапляються значно рідше. Поземки та хуртовини характерні переважно для періоду з грудня по березень, інколи — у листопаді чи квітні. Під час різких температурних коливань формується ожеледь, яка може утримуватися протягом кількох тижнів і становити небезпеку для

транспорту та інженерних мереж. У деяких випадках інтенсивне обледеніння призводить до пошкодження елементів інфраструктури.

Територія області належить до степового та лісостепового кліматичних підпоясів. Рівень лісистості є невисоким і становить близько 11%, причому основні лісові масиви зосереджені переважно в долинах річок. У посушливі роки частина малих річок може пересихати. Через територію Харківщини проходить вісь Воєйкова — смуга підвищеного атмосферного тиску, яка істотно впливає на циркуляцію повітряних мас. У зимовий період у північній частині області переважають вологі західні та південно-західні вітри, а в південній — сухі східні та південно-східні. У літній сезон вплив осі Воєйкова послаблюється внаслідок інтенсивного прогрівання суходолу, що сприяє переважанню західного перенесення повітряних мас [2].

1.2 Водні ресурси та їх використання

Водні ресурси включають поверхневі та підземні води, які можуть бути використані в різних галузях господарства. Окремі сфери економічної діяльності, зокрема промисловість, аграрний сектор і житлово-комунальне господарство, здійснюють безповоротний забір води з річок, озер, водосховищ і підземних водоносних горизонтів. Інші галузі використовують водні ресурси опосередковано — через енергетичний потенціал води, площу водної поверхні або самі водні об'єкти, як це відбувається у гідроенергетиці, рибному господарстві чи водному транспорті.

На території Харківської області розташовано 36 природних озер загальною площею близько 2,5 тис. га. Переважна їх частина знаходиться в долині річки Сіверський Донець. Більшість озер мають річкове походження, витягнуту форму та невелику глибину — переважно 2–3 м. Найбільшим природним водоймищем є озеро Лиман, розташоване поблизу селища Лиман у Зміївському районі. Його довжина становить приблизно 7,5 км, ширина — 2,7 км, а середня глибина сягає 2 м. Озеро використовується для забезпечення водою Зміївської теплової

електростанції та функціонування рибного господарства. До найбільш мальовничих водойм області належать озера Борове та Біле.

Окрім природних водойм, у Харківській області створено 1910 штучних ставків загальною площею понад 6 тис. га. Основна частина водних ресурсів регіону, близько 75%, належить до басейну річки Дон. Найважливішою водною артерією області є річка Сіверський Донець — права притока Дону. Харківщина належить до найбільш розвинених промислових регіонів України, для яких характерна багатогалузева структура економіки та значне використання водних ресурсів у виробничих процесах [3].

1.3 Екологічна ситуація з поверхневими водами в Харківській області **Каналізаційна інфраструктура та очищення стічних вод**

Однією з актуальних екологічних проблем Харківської області є забруднення поверхневих водойм стічними та дощовими водами, які потрапляють у річки та озера після недостатнього очищення або взагалі без попередньої обробки. Основними причинами цього є незадовільний технічний стан очисних споруд, зношеність каналізаційної інфраструктури та порушення технологічних режимів очищення і знезараження стоків.

Оцінка стану поверхневих вод здійснюється шляхом порівняння фактичних гідрохімічних показників із гранично допустимими концентраціями (ГДК) та природним фоновим рівнем. Контроль за якістю водних ресурсів проводить Харківський регіональний центр з гідрометеорології, який здійснює систематичний моніторинг вмісту забруднювальних речовин у водоймах області.

За результатами проведених досліджень у воді річки Вовча поблизу села Землянки були зафіксовані такі показники: біохімічне споживання кисню (БПК₅) — 0,74 ГДК, амонійний азот — 0,27 ГДК, сульфати — 0,997 ГДК, а кисневий режим — 1,54 ГДК, що загалом відповідає нормативам для рибогосподарських водойм. У річці Лопань поблизу села Козача Лопань встановлено такі значення: БПК₅ — 0,47 ГДК, амонійний азот — 0,73 ГДК, сульфати — 2,19 ГДК, кисневий

режим — 0,75 ГДК. У цьому випадку спостерігається перевищення нормативів за вмістом сульфатів.

Аналогічні перевищення гранично допустимих концентрацій виявлені у водах річки Уди біля села Окоп, а також у річці Сіверський Донець нижче каналу Дніпро–Донбас, де перевищення зафіксовані за показниками БПК₅, амонійного азоту та сульфатів.

Отримані результати свідчать про необхідність комплексного підходу до охорони та раціонального використання водних ресурсів. Вода є одним із найважливіших природних ресурсів, тому її захист потребує реалізації правових, організаційних, технологічних, економічних, екологічних і соціальних заходів. З огляду на обмежені запаси підземних вод та недостатнє фінансування водогосподарської галузі області, особливо актуальним є впровадження довгострокових стратегій ефективного управління водними ресурсами та модернізації систем водовідведення.

1.4 Обґрунтування проектних рішень

Перед вибором схеми каналізування необхідно виконати аналіз рельєфу території населеного пункту та визначити межі басейнів каналізування відповідно до природних вододілів місцевості.

У даному проекті передбачено застосування повної роздільної системи каналізації, адаптованої до складних рельєфних умов території. Виробничо-побутова каналізаційна мережа функціонує окремо від дощової, що забезпечує більш ефективно відведення стічних вод. Процес проектування каналізаційної мережі розпочинається з поділу міської території на окремі басейни каналізування, межами яких виступають природні водорозділи.

За умов рівнинного рельєфу передбачається максимальне використання самопливного транспортування стоків. Напрямок трасування мережі визначається з урахуванням геологічних, гідрогеологічних та топографічних особливостей території, а також місця розташування очисних споруд.

Проектування мережі доцільно розпочинати з головного колектора, який прокладається по найнижчих ділянках місцевості. Після цього на генеральному плані населеного пункту наносять районні та вуличні колектори, що під'єднуються до головного колектора найкоротшими напрямками.

За нормальних умов максимальна глибина прокладання каналізаційних труб відкритим способом будівництва становить 7–8 м. У разі необхідності більшого заглиблення мережі проектом передбачається встановлення каналізаційних насосних станцій, місця розташування яких визначаються за результатами гідравлічних розрахунків системи водовідведення.

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Виробничо-побутова мережа водовідведення міста

2.1.1 Вибір схеми та типу каналізації

Вибір типу системи каналізації здійснюється з урахуванням місцевих умов, санітарних, гігієнічних вимог та економічних показників. До основних факторів, які враховуються під час проектування, належать чисельність населення населеного пункту, рівень розвитку промислових підприємств, кількість і склад стічних вод, рельєф місцевості, а також ступінь благоустрою житлової забудови та інженерної інфраструктури міста.

Під час вибору системи каналізування санітарно-гігієнічні вимоги визначаються необхідністю забезпечення належного захисту населення та прилеглих територій від негативного впливу забруднюючих речовин, побутових і виробничих відходів, які можуть спричиняти забруднення ґрунтів, атмосферного повітря та водних ресурсів. Технічні й економічні аспекти спрямовані на створення надійної, ефективної та економічно обґрунтованої системи відведення і очищення стічних вод.

У даному проєкті прийнято рішення щодо впровадження повної роздільної системи каналізації, яка найбільшою мірою відповідає місцевим природним умовам та чинним санітарним нормам. Однією з основних переваг роздільної системи є менша вартість будівництва основних споруд порівняно з іншими типами каналізаційних систем. Крім того, така схема дає можливість реалізовувати будівництво та подальший розвиток мережі поетапно, що дозволяє спрямовувати фінансові ресурси насамперед на найбільш важливі ділянки системи та очисні споруди.

З точки зору санітарних вимог найбільш ефективною вважається загальносплавна система каналізації, оскільки вона забезпечує централізоване збирання всіх видів стічних вод з їх подальшим транспортуванням на очисні споруди. Водночас суттєвим недоліком такої системи є значна вартість її будівництва. Це пояснюється необхідністю спорудження магістральних

колекторів великих діаметрів, а також збільшенням обсягів стічних вод, які надходять на очищення, що створює додаткове навантаження на каналізаційні очисні споруди.

У межах даного проекту для населеного пункту передбачено застосування пересіченої схеми каналізаційної мережі, яка найбільш повно відповідає рельєфним та планувальним особливостям території. Відповідно до прийнятої схеми до головного колектора підключаються бокові колектори, розташовані перпендикулярно до основного трубопроводу. До бокових колекторів, своєю чергою, приєднується вулична каналізаційна мережа з обох сторін, що забезпечує відведення стічних вод від житлових кварталів та інших об'єктів забудови міста. Така схема дозволяє забезпечити ефективне охоплення всієї території населеного пункту системою водовідведення та створити умови для надійного функціонування каналізаційної мережі.

2.1.2 Розрахунок стічних вод від населення

Під час проектування системи водовідведення для населених пунктів розрахункове середньодобове питоме водовідведення побутових стічних вод від житлової забудови приймається рівним розрахунковому середньодобовому питомому водоспоживанню згідно з вимогами нормативної документації [5], не урахуваючи витрати води на полив територій.

Загальний коефіцієнт нерівномірності водовідведення визначається відповідно до таблиці 2 [6].

У межах даного проекту територію міста поділено на три розрахункові райони:

Район	Розрахункова щільність населення, чол/га	Норма водовідведення, л/добу на 1 особу
I район	450	400
II район	300	330
III район	350	250

Розрахункові витрати побутових стічних вод залежать від щільності населення та прийнятої норми водовідведення. Для визначення витрат застосовуються такі залежності:

Середньодобова витрата стічних вод:

$$Q_{\text{сер.доб}} = \frac{n \cdot N_p}{1000} \quad (2.1)$$

де:

n — питома середньодобове водовідведення на одну особу, л/добу;

N_p — кількість населення на розрахунковій території.

Одиниця вимірювання результату — м³/добу.

Середньогодинна витрата стічних вод:

$$Q_{\text{сер.год}} = \frac{n \cdot N_p}{24 \cdot 1000} \quad (2.2)$$

Одиниця вимірювання — м³/год.

Середньосекундна витрата стічних вод:

$$Q_{\text{сер.с}} = \frac{n \cdot N_p}{24 \cdot 3600} \quad (2.3)$$

Одиниця вимірювання — л/с.

Отримані результати середніх витрат стічних вод від населення наведено у таблиці 2.1.

2.1.3 Визначення розрахункових витрат стічних вод від промислових підприємств

У даному проєкті розглядаються два промислові підприємства:

- метизний завод із чисельністю працівників 2500 осіб та обсягом стічних вод 2500 м³/добу;
- м'ясокомбінат із чисельністю працівників 3000 осіб та витратою стічних вод 3000 м³/добу.

Робота підприємств організована у три зміни.

Загальна розрахункова витрата стічних вод визначається як сума технологічних, господарсько-побутових і душових стоків:

$$q_{\text{розр}}^{\text{заг}} = q_{\text{техн}} + q_{\text{госп}} + q_{\text{душ}} \quad (2.4)$$

Таблиця 2.1 - Витрата стічних вод від населення

№№ бокового колектора	№№ житлових кварталів		Розрахункове населення				Середні витрати		
			площа житлових кварталів, га	щільність забудови, чіл/га	число жителів, чол	питоме водовідведення на 1 жителя л/добу	добова, м ³ /добу	годинна, м ³ /год	секундна, л/с
1		2	3	4	5	6	7	8	9
1-2		1	1,8	450	729	400	291,60	12,15	3,38
2-3		2,3	3,6	450	1458	400	583,20	24,30	6,75
3-4		4	3,3	450	1337	400	534,60	22,28	6,19
4-5		5	2,4	450	972	400	388,80	16,20	4,50
5-6		6	3	450	1215	400	486,00	20,25	5,63
6-7		7,8	1	450	405	400	162,00	6,75	1,88
7-8		9,10	1	450	405	400	162,00	6,75	1,88
8-9		11	0,9	450	365	400	145,80	6,08	1,69
9-10		12	1,3	450	527	400	210,60	8,78	2,44
I-II	бокові	13	2	450	810	400	324,00	13,50	3,75
	попутні	31,32	2,1	450	851	400	340,20	14,18	3,94
II-III	бокові	14-30	24,4	450	9882	400	3952,80	164,70	45,75
	попутні	81,82	3,8	450	1539	400	615,60	25,65	7,13
III-IV	бокові	33-80	51,2	450	20736	400	8294,40	345,60	96,00
	попутні	107	1,8	300	486	330	160,38	6,68	1,86
IV-V	бокові	83-106	28,9	300	7803	330	2574,99	107,29	29,80
	попутні	123,124	2,7	300	729	330	240,57	10,02	2,78
V-VI	бокові	108-125	30,1	300	8127	330	2681,91	111,75	31,04
	попутні	148,149	2	300	540	330	178,20	7,43	2,06
VI-VII	бокові	128-147	25,3	300	6831	330	2254,23	93,93	26,09
	попутні	170,171	3,1	350	977	250	244,13	10,17	2,83
VII-НС	бокові	150-169	34,8	350	10962	250	2740,50	114,19	31,72
Разом					77684		27566,51		

Розподіл технологічних стічних вод між змінами прийнято таким:

- I зміна — 40%;
- II зміна — 30%;
- III зміна — 30%.

Кількість працівників за змінами також розподіляється нерівномірно:

- у I зміну працює 40% персоналу; у II та III зміни — по 30%.

Витрата технологічних стічних вод визначається так:

$$q_{\text{техн}} = \frac{Q_{\text{зм}}}{T \cdot 3.6} \quad (2.5)$$

де:

- $Q_{\text{зм}}$ — об'єм стічних вод за зміну, м³;
- T — тривалість зміни, яка становить 8 годин.

Одиниця вимірювання результату — л/с.

Господарсько-побутові витрати стічних вод визначаються за формулою:

$$q_{\text{госп}} = \frac{n_{\text{хол}} \cdot N_{\text{хол}} \cdot K_{\text{хол}}}{T \cdot 3600} + \frac{n_{\text{гар}} \cdot N_{\text{гар}} \cdot K_{\text{гар}}}{T \cdot 3600} \quad (2.6)$$

де:

- $n_{\text{хол}}$ і $n_{\text{гар}}$ — норми водовідведення для працівників холодних та гарячих цехів відповідно;
- $n_{\text{хол}} = 25 \text{ л/зм} \cdot \text{чол}$; $n_{\text{гар}} = 45 \text{ л/зм} \cdot \text{чол}$;
- $N_{\text{хол}}$ і $N_{\text{гар}}$ — кількість працівників у холодних і гарячих цехах;
- $K_{\text{хол}}$ і $K_{\text{гар}}$ — коефіцієнти годинної нерівномірності;
- $K_{\text{хол}} = 3$; $K_{\text{гар}} = 2,5$;
- T — тривалість зміни, 8 годин.

Розрахункові витрати виробничих стічних вод використовуються для подальшого визначення параметрів каналізаційної мережі та насосних станцій.

Розрахункові витрати стічних вод від душів визначаються залежно від кількості душових сіток. При цьому приймається, що на одну душову сітку витрачається 500 л/год протягом 45 хвилин після завершення робочої зміни.

Для визначення витрати душових стічних вод використовується формула:

$$q_{\text{душ}} = \frac{C \cdot 500 \cdot 45}{60 \cdot 2700}, \quad (2.7)$$

де:

- C — кількість душових сіток, яка визначається залежно від категорії виробництва та кількості працівників, що користуються душем у зміну з найбільшою чисельністю персоналу.

Одиниця вимірювання результату — л/с.

Отримані результати розрахунку зосереджених витрат стічних вод від промислових підприємств зведені у таблицю 2.2.

2.1.4 Гідравлічні розрахунки мережі водовідведення

Гідравлічний розрахунок самопливних каналізаційних колекторів виконується з метою визначення необхідних діаметрів трубопроводів, ухилів мережі, швидкостей руху стічних вод та ступеня наповнення труб.

У реальних умовах рух стічної рідини в каналізаційній мережі є нерівномірним і несталим. Проте під час виконання інженерних розрахунків рух стоків умовно приймають як рівномірний турбулентний потік, що дозволяє застосовувати спрощені гідравлічні залежності.

Гідравлічний розрахунок мережі виконується для максимальної секундної витрати стічних вод із використанням таблиць, графіків і формули Шезі для визначення швидкості руху потоку:

$$V = C \sqrt{R \cdot i} \quad (2.8)$$

де:

V — швидкість руху стічної рідини, м/с;

C — швидкісний коефіцієнт;

R — гідравлічний радіус;

i — гідравлічний ухил трубопроводу.

Таблиця 2.2 - Витрати стічних вод від промпідприємств

№№ змін	Години роботи	Кількість робітників, чол			Технологічні стоки		Побутові стоки						Душові стоки			Загальна розрахункова витрата, л/с
		Усього	у холодних цехах	у гарячих цехах	розрахунк. витрата, м ³ /зм	N _c	холодні цехи			цеху зі значним тепловиділенням			К-ть душових сіток	Норма водов., л на 1 сітку	К-ть душових стоків, л/с	
							норма водовідв на 1 чол.	Коеф. нерівн.	розрахунк. витрата, л/с	норма водовідв на 1 чол.	Коеф. нерівн.	розрахунк. витрата, л/с				
метизний завод (№1)																
I	8-16	1000	700	300	1000	34,72	25	3	1,82	45	2,5	1,17	54	500	7,44	45,16
II	16-24	750	525	225	750	26,04	25	3	1,37	45	2,5	0,88	71	500	9,92	38,21
III	24-8	750	525	225	750	26,04	25	3	1,37	45	2,5	0,88	54	500	7,44	35,73
м'ясокомбінат (№2)																
I	8-16	1200	840	360	1200	41,67	25	3	2,19	45	2,5	1,41	64	500	8,93	54,19
II	16-24	900	630	270	900	31,25	25	3	1,64	45	2,5	1,05	86	500	11,90	45,85
III	0-8	900	630	270	900	31,25	25	3	1,64	45	2,5	1,05	64	500	8,93	42,87

Швидкісний коефіцієнт визначається за формулою Н. Н. Павловського:

$$C = \frac{R^y}{n_1} \quad (2.9)$$

де:

y і n_1 — коефіцієнти, значення яких приймаються відповідно до вимог ДБН В.2.5-75:2013;

R — гідравлічний радіус.

Гідравлічний ухил визначається за формулою Дарсі:

$$i = \frac{\lambda \cdot V^2}{8 \cdot R \cdot g} \quad (2.10)$$

де:

λ — коефіцієнт гідравлічного опору тертя по довжині трубопроводу;

V — швидкість руху рідини, м/с;

R — гідравлічний радіус;

g — прискорення вільного падіння, м/с².

Результати гідравлічного розрахунку використовуються для вибору оптимальних параметрів каналізаційної мережі та забезпечення її надійної й ефективної роботи.

Визначення розрахункових витрат стічних вод для окремих ділянок головного колектора виконується за встановленою методикою. Відповідно до прийнятої пересіченої схеми водовідведення головний колектор поділяється на окремі розрахункові ділянки, межами яких є точки приєднання бокових колекторів у напрямку природного похилу місцевості.

Під час визначення витрат стічних вод враховуються бокові, побіжні, транзитні та зосереджені витрати.

Боковою витратою називають кількість стічних вод, що надходить від розташованих вище кварталів через бокові колектори до початку певної розрахункової ділянки.

Побіжна витрата формується за рахунок стічних вод, які надходять із прилеглих кварталів уздовж усієї довжини розрахункової ділянки. Для

спрощення гідравлічних розрахунків ці витрати умовно приймають такими, що надходять на початку ділянки.

Транзитною витратою є обсяг стічних вод, який надходить із попередньої розрахункової ділянки колектора.

Розрахункову витрату для кожної ділянки визначають шляхом сумування бокової, побіжної та транзитної витрат з подальшим множенням отриманого значення на загальний коефіцієнт нерівномірності:

$$Q_{\text{розр}} = (Q_{\text{бок}} + Q_{\text{поб}} + Q_{\text{тр}}) \cdot K_{\text{ген.мах}} \quad (2.11)$$

де:

- $Q_{\text{бок}}$ — бокова витрата;
- $Q_{\text{поб}}$ — побіжна витрата;
- $Q_{\text{тр}}$ — транзитна витрата;
- $K_{\text{ген.мах}}$ — загальний коефіцієнт нерівномірності.

Зосередженою витратою вважається окрема витрата стічних вод, що надходить від промислових підприємств.

Мінімальна глибина прокладання головного колектора визначається з урахуванням таких вимог:

1. розташування каналізаційних труб нижче водопровідних мереж;
2. урахування глибини промерзання ґрунту;
3. забезпечення мінімальної вертикальної відстані 0,4 м між водопровідними трубами та каналізаційними колекторами у місцях їх перетину;
4. захисту труб від руйнування під дією зовнішніх навантажень, що потребує мінімальної глибини закладання не менше 0,7 м до верху труби;
5. забезпечення можливості підключення всіх бокових колекторів до головного.

Максимальна допустима глибина прокладання труб при відкритому способі будівництва залежить від типу ґрунтів:

- у скельних ґрунтах — 4–5 м;

- у водонасичених пливунах — 5–6 м;
- у сухих нескельних ґрунтах — 7–8 м.

Мінімальна глибина закладання трубопроводу визначається за формулою:

$$h_1 = h_{\text{пром}} - 0.3 \quad (2.12)$$

де:

- $h_{\text{пром}}$ — глибина промерзання ґрунту.

Для даного проєкту:

$$h_1 = 1.2 - 0.3 = 0.9 \text{ м}$$

Глибина закладання трубопроводу в кінці ділянки визначається за формулою:

$$h_2 = h_1 + (i \cdot l) - (z_1 - z_2) + \Delta \quad (2.13)$$

де:

- i — ухил трубопроводу;
- l — довжина ділянки;
- z_1 і z_2 — відмітки поверхні землі;
- Δ — різниця відміток лотків труб.

Для заданих умов:

$$h_2 = 0.9 + (0.01 \cdot 250) - (147.50 - 146.85) + 0 = 2.75 \text{ м}$$

Розрахункові швидкості, наповнення та ухили трубопроводів

Для запобігання замулюванню каналізаційної мережі мінімальні швидкості руху стічних вод визначаються залежно від ступеня наповнення труб та їх діаметра відповідно до вимог ДБН В.2.5-75:2013 «Каналізація. Зовнішні мережі та споруди». Такі швидкості називаються самоочисними.

Максимально допустима швидкість руху стічних вод у неметалевих трубопроводах не повинна перевищувати 4 м/с.

Рекомендований ступінь наповнення трубопроводів приймається не більше 0,75 від внутрішнього діаметра труби.

Під час проєктування каналізаційних колекторів основною вимогою є забезпечення мінімальних приведених витрат на будівництво та експлуатацію мережі. Для цього доцільно приймати найменше можливе заглиблення колектора. Найбільш економічно вигідним є варіант, за якого ухил трубопроводу максимально наближений до природного ухилу поверхні землі.

Оскільки величина ухилу безпосередньо впливає на швидкість руху стічних вод, при його зменшенні необхідно перевіряти, щоб швидкість потоку не ставала меншою за самоочисну, а ступінь наповнення труб не перевищував допустимих значень.

Під час підбору діаметрів труб необхідно забезпечувати незмінність або збільшення швидкості руху стоків за напрямком течії. У разі зміни рельєфу місцевості, коли трубопровід переходить від більшого ухилу до меншого, допускається зниження швидкості потоку, але не нижче самоочисної межі. Якщо через значний похил місцевості швидкість перевищує допустиме значення, у мережі передбачають улаштування перепадних колодязів.

Для ділянок мережі з невеликими витратами стічних вод (менше 10–12 л/с), які вважаються нерозрахунковими, приймають мінімальний діаметр труб 200 мм та ухил 0,005.

З'єднання труб різного діаметра рекомендується виконувати в оглядових колодязях за принципом «шелега в шелегу», тобто по верхніх твірних труб.

За результатами гідравлічного розрахунку будується поздовжній профіль головного та бокових колекторів. Побудову виконують у горизонтальному масштабі, що відповідає генеральному плану міста (1:5000), а вертикальний масштаб приймають 1:100.

Відмітки поверхні землі на профілі наносять з точністю до 1 см, а відмітки лотків труб — до 1 мм.

Усі результати гідравлічного розрахунку колекторів заносять до таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 - Гідравлічний розрахунок каналізаційної мережі

Номер розрахункової	Довжина ділянки, м	Витрата від населення				Коеф. нерівномірн. К _{геп. тах.}	Розрахункова витрата від населення, л/с	Зосереджена витрата, л/с	Сумарна розрахункова витрата, л/с	d, мм	V м/с	h/d	i	i x l	Відмітки				Глибина закладання	
		побіжний	боковий	транзитний	загальний										землі		лотока		в началі	в кінці
															в началі	в кінці	в началі	в кінці		
Боковий колектор																				
1-2	200,00		3,38		3,38	2,500	8,44		8,44	200	0,75	0,41	0,007	1,40	146,85	145,82	144,10	142,70	2,75	3,12
2-3	180,00		6,75	3,38	10,13	2,092	21,18		21,18	250	0,83	0,56	0,005	0,90	145,82	144,98	142,65	141,75	3,14	3,23
3-4	190,00		6,19	10,13	16,31	1,965	32,05		32,05	250	0,91	0,71	0,005	0,95	144,98	144,20	141,75	140,80	3,23	3,40
4-5	185,00		4,50	16,31	20,81	1,891	39,36		39,36	315	0,96	0,61	0,005	0,93	144,22	143,23	140,74	139,81	3,49	3,42
5-6	100,00		5,63	20,81	26,44	1,852	48,96		48,96	315	1,02	0,68	0,005	0,50	143,23	142,65	139,81	139,31	3,42	3,34
6-7	105,00		1,88	26,44	28,31	1,840	52,10		52,10	315	1,03	0,71	0,005	0,53	142,65	141,93	139,31	138,79	3,34	3,15
7-8	115,00		1,88	28,31	30,19	1,839	55,51		55,51	315	1,04	0,72	0,005	0,58	141,94	141,48	138,79	138,21	3,16	3,27
8-9	105,00		1,69	30,19	31,88	1,827	58,24		58,24	355	1,07	0,58	0,005	0,53	141,48	141,21	138,17	137,65	3,31	3,57
9-10	110,00		2,44	31,88	34,31	1,798	61,69		61,69	355	1,09	0,62	0,005	0,55	141,21	140,78	137,65	137,10	3,56	3,69
Головний колектор																				
I-II	300,00	3,94	3,75	34,31	42,00	1,745	73,29	45,16	118,45	500	1,12	0,55	0,004	1,20	140,78	139,45	136,95	135,75	3,80	3,70
II-III	450,00	7,13	45,75	42,00	94,88	1,604	152,18	45,16	197,34	630	1,30	0,55	0,004	1,80	139,45	137,75	135,62	133,82	3,83	3,93
III-IV	235,00	1,86	96,00	94,88	192,73	1,575	303,55	45,16	348,71	800	1,36	0,55	0,003	0,71	137,75	136,97	133,65	132,95	4,15	4,03
IV-V	320,00	2,78	29,80	192,73	225,32	1,567	353,07	45,16	398,23	800	1,41	0,57	0,003	0,96	136,97	135,99	132,95	131,99	4,03	4,00
V-VI	230,00	2,06	31,04	225,32	258,42	1,560	403,14	45,16	448,30	800	1,61	0,57	0,004	0,92	135,99	134,98	131,99	131,07	4,00	3,92
VI-VII	350,00	2,83	26,09	258,42	287,34	1,553	446,24	45,16	491,39	800	1,76	0,57	0,005	1,75	134,98	132,98	131,07	129,32	3,92	3,67
VII-ГНС	340,00	0,00	31,72	287,34	319,06	1,544	492,62	99,35	591,97	800	2,01	0,57	0,006	2,04	132,98	130,93	129,32	127,28	3,67	3,66

Промивання, прочищення та вентиляція каналізаційної мережі

Експлуатація каналізаційної мережі передбачає виконання робіт із промивання, прочищення та забезпечення належної вентиляції трубопроводів.

Промивання початкових ділянок вуличної мережі здійснюється через спеціальні промивні колодязі або шляхом накопичення стічних вод в оглядових колодязях із подальшим різким їх скиданням. Унаслідок цього створюються підвищені швидкості потоку, які забезпечують розмивання та винесення осаду з труб.

Проте такий спосіб очищення не завжди є достатньо ефективним. У разі утворення щільних відкладень застосовується механічне прочищення труб або комбіноване очищення з одночасною промивкою.

Найбільш ефективним методом очищення каналізаційних мереж є гідравлічне прочищення із застосуванням спеціальних плаваючих куль або циліндрів, діаметр яких дещо менший за внутрішній діаметр трубопроводу.

Прочищення труб за допомогою штанг є менш ефективним, оскільки потребує значних трудових витрат на складання та розбирання окремих елементів обладнання.

Унаслідок неповного заповнення поперечного перерізу каналізаційних труб стічною рідиною у вільному внутрішньому просторі трубопроводів накопичуються різноманітні гази та пари, що виділяються зі стічних вод. Наявність цих речовин спричиняє корозію трубопроводів і створює небезпечні умови для працівників під час виконання монтажних, ремонтних та експлуатаційних робіт.

Для запобігання виникненню зазначених негативних явищ необхідно забезпечити постійну вентиляцію каналізаційної мережі. Вентиляція системи здійснюється через вентиляційні стояки внутрішньої каналізації будівель.

Надходження повітря до мережі відбувається через нещільності люків оглядових колодязів. Робота припливно-витяжної вентиляції ґрунтується на

різниці тисків між зовнішнім повітрям і повітрям усередині каналізаційних стояків.

У помірному кліматі температура повітря в каналізаційних стояках будівель зазвичай перевищує температуру зовнішнього середовища. Унаслідок цього виникає природна тяга: тепле повітря, яке має меншу густину, піднімається догори, забезпечуючи витяжку повітря з каналізаційної системи та підтримуючи безперервний повітрообмін у мережі.

2.2 Дощова каналізаційна мережа

2.2.1 Трасування мережі та розміщення дощоприймачів

Проектування мережі дощової каналізації виконується з урахуванням рельєфних особливостей території, планувальної структури населеного пункту, місць скидання дощових стоків у водні об'єкти, а також наявності підземних інженерних комунікацій. Під час розроблення мережі враховуються також технічні та економічні аспекти будівництва й експлуатації системи.

Як правило, дощову каналізацію проєктують за перпендикулярною схемою. У такому випадку збірні колектори розташовують перпендикулярно до нижньої межі території, що підлягає каналізуванню. Це забезпечує відведення поверхневих стоків найкоротшим шляхом до природних водоприймачів, таких як річки, озера, балки або яри.

Дощоприймачі на вулицях і площах міста встановлюють у понижених ділянках рельєфу.

За умови поздовжнього ухилу вулиці до 0,015 дощоприймачі рекомендується розташовувати на відстані близько 40 м один від одного.

На генеральному плані міста мережу дощової каналізації поділяють на окремі розрахункові ділянки. Межами таких ділянок, як правило, є перехрестя вулиць.

Для визначення площі водозбору, що відповідає кожній ділянці дощового колектора, територію детально поділяють на окремі елементарні площі за

осями прилеглих вулиць. Це дозволяє більш точно встановити обсяги поверхневого стоку та виконати подальший гідравлічний розрахунок мережі дощової каналізації.

2.2.2 Визначення розрахункових витрат дощових вод

Розрахункові витрати дощових вод визначають методом максимальних інтенсивностей. Витрата дощового стоку обчислюється за формулою:

$$q_r = \frac{Z_{mid} \cdot A^{1.2} \cdot F}{t_r^{1.2n-0.1}} \quad (2.14)$$

де:

Z_{mid} — середнє значення коефіцієнта стоку, що характеризує поверхню водозбірного басейну;

A і n — параметри, які залежать від району будівництва;

F — розрахункова площа стоку, га;

t_r — розрахункова тривалість дощу, хв.

Розрахункова витрата дощових вод для гідравлічного розрахунку мережі визначається за формулою:

$$q_{cal} = q_r \cdot \beta \quad (2.15)$$

де:

β — коефіцієнт, що враховує заповнення вільного об'єму мережі в момент виникнення напірного режиму;

для даного проєкту $\beta = 0.65$.

Параметри A і n рекомендується визначати на основі багаторічних спостережень за допомогою пишучих дощомірів. За відсутності таких даних параметр A обчислюється за формулою:

$$A = q_{20} \cdot 20^n \cdot \left(1 + \frac{\lg p}{\lg m_r}\right)^Y \quad (2.16)$$

де:

q_{20} — інтенсивність дощу тривалістю 20 хвилин при $P = 0.7$, л/с·га;

для Харківської області $q_{20} = 104$ л/с·га;

$n = 0.7$ — показник степеня;

$P = 0.77$ — період одноразового перевищення розрахункової інтенсивності дощу;

$\gamma = 1.54$ — показник степеня;

$m_r = 83$.

Для заданих умов значення параметра A становить:

$$A = 104 \cdot 20^{0.7} \cdot \left(1 + \frac{\lg 0.77}{\lg 83}\right)^{1.54} = 770.86.$$

Розрахункові витрати дощових вод із незабудованих територій, які не входять до меж населеного пункту, визначаються відповідно до норм стоку для штучних споруд автомобільних доріг згідно з ВСН-63-76 Мінтрансбуду.

Для визначення середнього коефіцієнта стоку враховуються характеристики поверхонь водозбору.

№	Тип поверхні	Коефіцієнт Z	Частка поверхні, %
1	Покрівля	0,285	25
2	Бруківка	0,145	5
3	Асфальтобетонне покриття	0,285	30
4	Площі без твердого покриття	0,064	20
5	Зелені насадження	0,038	20

Розрахункова тривалість протікання дощових вод по поверхні та трубопроводах визначається за формулою:

$$t_r = t_{\text{пов}} + t_{\text{лот}} + t_p \quad (2.17)$$

де:

- $t_{\text{пов}}$ — тривалість протікання дощових вод поверхнею до вуличного лотка, хв;
- $t_{\text{лот}}$ — тривалість руху води по вуличних лотках до дощоприймача, хв;
- t_p — тривалість руху води трубопроводами до розрахункового перерізу, хв.

Тривалість руху дощових вод по вуличних лотках визначається за формулою:

$$t_{can} = 0.021 \sum \frac{l_{can}}{V_{can}} \quad (2.18)$$

де:

- l_{can} — довжина ділянки лотка, м;
- V_{can} — розрахункова швидкість руху води на ділянці, м/с.

Середнє значення коефіцієнта стоку визначається залежно від типу поверхонь водозбірної площі:

$$Z_{mid} = \frac{Z_1 F_1 + Z_2 F_2 + Z_3 F_3 + \dots}{F_1 + F_2 + F_3} \quad (2.19)$$

Для даного проекту:

$$Z_{mid} = 0.1789$$

Мінімальна глибина закладання вуличного колектора дощової каналізації визначається за формулою:

$$H = h + i \cdot l + (d_{тр} - d_c) \quad (2.20)$$

Для розрахункових умов:

$$i = 0.01;$$

$$l = 40\text{м};$$

$$d_c = 100\text{--}150\text{мм}.$$

Розрахункова глибина закладання становить:

$$H = 1.50 \text{ м}$$

Для мережі дощової каналізації ступінь наповнення труб приймається рівним 1, тобто труби працюють повним перерізом. Мінімальна швидкість руху води при найбільшому розрахунковому наповненні приймається такою ж, як і для побутової каналізаційної мережі.

Усі результати гідравлічного розрахунку дощової каналізації наведені у таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 - Гідравлічний розрахунок колектора дощової мережі

Розрахункові ділянки	Довжина ділянок L, м	Площа, га			Швидкість, V _{попер} , м/с	Час протікання				Коеф. стоку Z _{mid}	A ^{1,2}	Витрата дощових вод, q _д , л/с	Розрахункова витрата, q=q _д ·β, л/с	Діаметр, d, мм	Швидкість, v, м/с	Ухил, і	Падіння h = i·L, v	Відмітка землі, м		Відмітка лотока, м		Глибина закладання, м	
		прилегла	транзитна	всього		t _{con} + t _{can}	t _p	t _r	Σt _r									В началі	В кінці	В началі	В кінці	В началі	В кінці
1-2	160,00	2,35		2,35	1,35	5,25	2,01	7,26	4,34	0,1789	2913,2	282,32	186,33	400	1,32	0,006	0,96	139,80	138,85	138,30	137,34	1,50	1,51
2-3	160,00	2,75	2,35	5,1	1,45	5,25	1,88	7,13	4,28	0,1789	2913,2	621,52	410,20	560	1,45	0,005	0,8	138,85	138,05	137,18	136,38	1,67	1,67
3-4	140,00	2,8	5,1	7,9	1,55	5,25	1,54	8,80	5,00	0,1789	2913,2	823,54	543,53	630	1,5	0,005	0,7	138,05	137,50	136,31	135,61	1,74	1,89
4-5	155,00	2,9	7,9	10,8	1,6	5,25	1,65	10,45	5,68	0,1789	2913,2	991,63	654,47	710	1,62	0,004	0,62	137,50	137,00	135,53	134,91	1,97	2,09
5-6	125,00	1,48	10,8	12,28	1,7	5,25	1,25	11,70	6,17	0,1789	2913,2	1 037,05	684,46	710	1,62	0,004	0,5	137,00	136,20	134,91	134,41	2,09	1,79
6-7	140,00	2,5	12,28	14,78	1,8	5,25	1,32	13,02	6,68	0,1789	2913,2	1 153,08	761,03	710	1,65	0,0045	0,63	136,20	135,60	134,41	133,78	1,79	1,82
7-8	155,00	2,75	14,78	17,53	1,5	5,25	1,76	14,78	7,34	0,1789	2913,2	1 245,35	821,93	800	1,53	0,003	0,465	135,60	135,25	133,69	133,23	1,91	2,03
8-9	115,00	2,25	17,53	19,78	1,5	5,25	1,30	16,08	7,81	0,1789	2913,2	1 319,99	871,19	800	1,53	0,003	0,345	135,25	135,10	133,23	132,88	2,03	2,22
9-10	130,00	2,25	19,78	22,03	1,6	5,25	1,38	17,46	8,30	0,1789	2913,2	1 383,16	912,89	800	1,64	0,0035	0,455	135,10	134,95	132,88	132,43	2,22	2,53
10-11	130,00	2,3	22,03	24,33	1,6	5,25	1,38	18,84	8,78	0,1789	2913,2	1 443,89	952,96	800	1,72	0,004	0,52	134,95	134,65	132,43	131,91	2,53	2,75
11-12	130,00	2,3	24,33	26,63	1,7	5,25	1,30	20,14	9,23	0,1789	2913,2	1 504,25	992,80	800	1,76	0,004	0,52	134,65	134,20	131,91	131,39	2,75	2,82
12- ВЫП	300,00	0,6	26,63	27,23	1,7	5,25	3,00	23,14	10,22	0,1789	2913,2	1 387,96	916,05	800	1,8	0,004	1,2	134,20	131,00	131,39	130,19	2,82	0,82

2.2.3 Проектування та влаштування каналізаційних мереж

Матеріали, що застосовуються для виготовлення каналізаційних трубопроводів, повинні відповідати ряду будівельних, технологічних та економічних вимог.

До будівельних вимог належать забезпечення достатньої механічної міцності труб, тривалого терміну експлуатації та можливості їх масового промислового виготовлення.

Технологічні вимоги передбачають герметичність трубопроводів, високу пропускну здатність, стійкість до стирання, а також захист від корозії та агресивного хімічного впливу стічних вод.

Економічна доцільність полягає у мінімізації витрат на виготовлення, транспортування, монтаж та подальшу експлуатацію трубопроводів.

Зазначеним вимогам відповідають поліетиленові труби, які широко застосовуються для будівництва безнапірних каналізаційних мереж відповідно до ДСТУ Б В.2.7-151:2008. Такі труби виготовляються діаметром від 10 до 1200 мм. Їх з'єднання здійснюється за допомогою різьбових муфт із ущільненням тефлоновими стрічками або герметиками, а також методом поліфузійного зварювання, що забезпечує утворення герметичних і надійних стиків.

Підготовка основи під трубопроводи

Для забезпечення стійкості та довговічності каналізаційних труб необхідно передбачати відповідну основу під трубопроводи. Тип основи визначається залежно від фізико-механічних характеристик ґрунтів та експлуатаційних навантажень.

У більшості випадків, за винятком деяких ґрунтів II типу просідання, допускається укладання труб безпосередньо на попередньо вирівняне та ущільнене дно траншеї.

Як природну основу дозволяється використовувати:

- середньо- та крупнозерністі піски;
- сухі супіски;

- гравій різних фракцій;
- піщано-гравійні та піщано-галькові суміші;
- глини та важкі суглинки без водонасичених прошарків;
- скельні та подібні до них ґрунти.

У разі наявності нестійких або перезволожених ґрунтів, таких як дрібнозернисті піски з мулистими включеннями, лесові чи неоднорідні глинисті ґрунти, необхідно передбачати влаштування штучної основи.

У скельних ґрунтах під трубопроводи влаштовується піщана подушка товщиною 10 см. Якщо ґрунт є водонасиченим і добре фільтрує воду, основою служить шар щебеню, гравію або річкового піску завтовшки 15–20 см із передбаченням дренажних каналів.

У пливунах та водонасичених ґрунтах, які практично не віддають воду, застосовують бетонні плити та спеціальні підставки. Для болотистих територій або торфовищ проєктом передбачається використання пальових основ із ростверками.

Гідроізоляція труб

Термін служби каналізаційних труб значною мірою залежить від ефективного захисту від дії ґрунтових та стічних вод. Для цього застосовуються різні види гідроізоляційних матеріалів і покриттів.

Розрізняють два основних типи гідроізоляції:

- жорстку;
- м'яку.

До жорсткої гідроізоляції належать:

- цементна штукатурка із залізненням;
- торкретування;
- облицювання плиткою.

До м'якої ізоляції відносять:

- бітумні обмазувальні покриття;
- обклеювальні матеріали;

- комбіновані способи ізоляції.

Одним із найбільш ефективних способів захисту труб є використання бітумно-гумових ізоляційних матеріалів або полімерної самоклеючої ПВХ-стрічки, яку намотують безпосередньо на поверхню трубопроводу.

У даній бакалаврській роботі передбачено влаштування щебеневої основи та застосування гідроізоляції на основі пуцоланових і сульфатостійких цементів із гідравлічними добавками.

Оглядові колодязі

Каналізаційні мережі обладнуються оглядовими колодязями у місцях приєднання трубопроводів, зміни напрямку трасування, зміни діаметра труб або величини ухилу, а також на прямих ділянках мережі для забезпечення доступу під час експлуатації та ремонту.

За призначенням оглядові колодязі поділяються на:

- вузлові — у місцях приєднання труб;
- поворотні — у місцях зміни напрямку мережі;
- перепадні — при зміні відміток трубопроводів;
- лінійні — на прямих ділянках мережі.

Відстань між оглядовими колодязями залежить від діаметра трубопроводів.

Діаметр труби, мм	Відстань між колодязями, м
200–450	50,0
500–600	75,0
700–900	100,0
1000–1400	150,0
1500–2000	200,0
понад 2000	250–300,0

Основними конструктивними елементами оглядового колодязя є:

- основа;
- робоча камера;

- перекриття або перехідна частина;
- горловина;
- люк із кришкою;
- скоби або сходові плити.

Лотки в колодязях виконуються з монолітного бетону марки М200. Товщина бетонної основи залежить від ґрунтових умов і становить 80–150 мм у сухих ґрунтах, а при наявності ґрунтових вод її збільшують.

2.3 Каналізаційна насосна станція

2.3.1 Вибір місця розташування головної насосної станції

Для забезпечення транспортування стічних вод на очисні споруди проектом передбачається будівництво головної каналізаційної насосної станції. Насосна станція розміщується у найнижчій частині території, що підлягає каналізуванню, що дозволяє максимально використовувати самопливний режим роботи мережі.

Глибина залягання ґрунтових вод на ділянці становить близько 4 м. Під час вибору місця розташування насосної станції враховуються санітарно-гігієнічні вимоги, особливості рельєфу місцевості, а також можливість надійного підключення до системи електропостачання.

Навколо насосної станції передбачено створення зеленої санітарно-захисної зони, яка сприятиме зменшенню негативного впливу об'єкта на навколишнє середовище та житлову забудову.

Глибина закладання насосної станції визначається відповідно до відміток головного колектора та залежить від глибини його прокладання.

2.3.2 Розрахунок припливу стічних вод

Надходження стічних вод до насосної станції протягом доби є нерівномірним, тому для правильного підбору насосного обладнання необхідно визначити погодинний графік припливу стоків.

Режим припливу встановлюється шляхом складання таблиці погодинного надходження стічних вод окремо для:

- господарсько-побутових стоків;
- виробничих стічних вод;
- душових стоків.

Погодинна витрата господарсько-побутових стічних вод визначається за середньодобовим водовідведенням із урахуванням коефіцієнта нерівномірності. Для промислових підприємств при розрахунках враховується графік роботи виробництва та особливості режиму скидання стоків.

Відповідно до таблиці 2.5 максимальний приплив стічних вод до приймального резервуара головної насосної станції спостерігається у період з 8:00 до 9:00 години та становить 1848,10 м³/год.

2.3.3 Підбір насосного обладнання

У проєкті передбачено встановлення насосних агрегатів одного типу з однаковими технічними характеристиками. Такий підхід дозволяє спростити технічне обслуговування обладнання, ремонтні роботи та експлуатацію насосної станції загалом.

Тип насосного обладнання підбирається відповідно до необхідної продуктивності та розрахункового напору, який повинен забезпечувати транспортування стічних вод до очисних споруд.

Повний напір насосів визначається за формулою:

$$H_{\text{повн}} = H_{\Gamma} + h_{\text{нс}} + h_{\text{вод}} + h_{\text{н.тр}} + h_{\text{вільн}} \quad (2.21)$$

де:

- H_{Γ} — геометрична висота підйому стічних вод;
- $h_{\text{нс}}$ — втрати напору всередині насосної станції;
- $h_{\text{вод}}$ — втрати напору у напірних трубопроводах;
- $h_{\text{н.тр}}$ — місцеві втрати напору;
- $h_{\text{вільн}}$ — вільний напір.

Таблиця 2.5 - Приплив стічних вод до головної каналізаційної насосної станції

Годин и добы	Стоки													Сумарна витрата		
	від міста		від підприємства №1					від підприємства №2					Душе- ві, м³/год	м³/год	%	
	%	м³/год	технологі чні, м³/год	побутові від холодних цехів		побутові від цехів зі значним тепловиділенням		технолог ічні, м³/год	побутові від холодних цехів		побутові від цехів зі значним тепловиділенням					
				%	м³/год	%	м³/год		%	м³/ч	%	м³/ч				
0-1	1,65	454,85	93,75	12,5	4,92	12,5	3,16	26,79	112,5	12,5	5,91	12,5	3,80	32,14	737,81	2,19
1-2	1,65	454,85	93,75	6,25	2,46	8,12	2,06		112,5	6,25	2,95	8,12	2,47		671,03	1,99
2-3	1,65	454,85	93,75	6,25	2,46	8,12	2,06		112,5	6,25	2,95	8,12	2,47		671,03	1,99
3-4	1,65	454,85	93,75	6,25	2,46	8,12	2,06		112,5	6,25	2,95	8,12	2,47		671,03	1,99
4-5	1,65	454,85	93,75	18,75	7,38	15,65	3,96		112,5	18,75	8,86	15,65	4,75		686,05	2,03
5-6	4,2	1157,79	93,75	37,5	14,77	31,25	7,91		112,5	37,5	17,72	31,25	9,49		1413,93	4,19
6-7	5,8	1598,86	93,75	6,25	2,46	8,12	2,06		112,5	6,25	2,95	8,12	2,47		1815,04	5,38
7-8	5,8	1598,86	93,75	6,25	2,46	8,12	2,06		112,5	6,25	2,95	8,12	2,47		1815,04	5,38
8-9	5,85	1612,64	125	12,5	6,56	12,5	4,22	26,79	150	12,5	7,88	12,5	5,06	32,14	1970,29	5,84
9-10	5,85	1612,64	125	6,25	3,28	8,12	2,74		150	6,25	3,94	8,12	3,29		1900,89	5,63
10-11	5,85	1612,64	125	6,25	3,28	8,12	2,74		150	6,25	3,94	8,12	3,29		1900,89	5,63
11-12	5,05	1392,11	125	6,25	3,28	8,12	2,74		150	6,25	3,94	8,12	3,29		1680,36	4,98
12-13	4,2	1157,79	125	18,75	9,84	15,65	5,28		150	18,75	11,81	15,65	6,34		1466,07	4,35
13-14	5,8	1598,86	125	37,5	19,69	31,25	10,55		150	37,5	23,63	31,25	12,66		1940,37	5,75
14-15	5,8	1598,86	125	6,25	3,28	8,12	2,74		150	6,25	3,94	8,12	3,29		1887,11	5,59
15-16	5,8	1598,86	125	6,25	3,28	8,12	2,74		150	6,25	3,94	8,12	3,29		1887,11	5,59
16-17	5,8	1598,86	93,75	12,5	4,92	12,5	3,16	35,71	112,5	12,5	5,91	12,5	3,80	42,86	1901,47	5,64
17-18	5,75	1585,07	93,75	6,25	2,46	8,12	2,06		112,5	6,25	2,95	8,12	2,47		1801,26	5,34
18-19	5,2	1433,46	93,75	6,25	2,46	8,12	2,06		112,5	6,25	2,95	8,12	2,47		1649,64	4,89
19-20	4,75	1309,41	93,75	6,25	2,46	8,12	2,06		112,5	6,25	2,95	8,12	2,47		1525,59	4,52
20-21	4,1	1130,23	93,75	18,75	7,38	15,65	3,96		112,5	18,75	8,86	15,65	4,75		1361,43	4,04
21-22	2,85	785,65	93,75	37,5	14,77	31,25	7,91		112,5	37,5	17,72	31,25	9,49		1041,78	3,09
22-23	1,65	454,85	93,75	6,25	2,46	8,12	2,06		112,5	6,25	2,95	8,12	2,47		671,03	1,99
23-24	1,65	454,85	93,75	6,25	2,46	8,12	2,06		112,5	6,25	2,95	8,12	2,47		671,03	1,99
	100%	27566,51	2500		131,25		84,38	89,29	3000		200,74		101,25	107,14	33737,31	100%

Геометрична висота підйому визначається як різниця між відміткою максимального рівня стічних вод у приймальній камері очисних споруд та відміткою середнього рівня стічних вод у резервуарі насосної станції.

Відмітка рівня стічних вод у приймальній камері очисних споруд:

$$Z = 133.21 \text{ м}$$

Відмітка середнього рівня стічних вод у приймальному резервуарі насосної станції:

$$Z_{\text{рез}} = 127.28 - 1.07 = 126.21 \text{ м} \quad (2.22)$$

Рівень стічних вод у резервуарі приймається нижче лотка підвідного колектора на 0,75–1,25 м.

Геометрична висота підйому становить:

$$H_r = 133.21 - 126.21 = 7.0 \text{ м} \quad (2.23)$$

Втрати напору всередині насосної станції приймаються в межах 2,5–5 м, а величина вільного напору — 1–3 м залежно від умов роботи системи.

Для транспортування стічних вод із приймального резервуара проектується система з двох напірних трубопроводів. У випадку виходу з ладу одного трубопроводу інший повинен забезпечувати пропускання 100 % розрахункової подачі насосної станції. Для цього на напірних лініях передбачаються дві перемички між трубопроводами, які забезпечують можливість переключення потоків у разі аварії.

Діаметри трубопроводів і величини гідравлічних втрат напору визначаються за довідковими таблицями, що використовуються при проектуванні напірних трубопроводних систем [7]. Відстань від насосної станції до очисних споруд становить 3 км.

$$H_{\text{вод}} = h_{\text{довж}} + h_{\text{м}}, \quad (2.24)$$

де: $h_{\text{довж}}$ – втрати напору по довжині трубопроводу;
 $h_{\text{м}}$ – місцеві втрати, які приймаються у розмірі 10 % від $h_{\text{довж}}$.

$Q_{\text{сектах}} = 1970,29 \text{ м}^3/\text{год}$. Враховуючи наявність регулюючої ємності приймального резервуара та те, що витрата стічних вод перевищує 5000 м³/добу,

насоси підбираються з подачею, дещо меншою за максимальний приплив. Розрахунок виконується для подачі $1872 \text{ м}^3/\text{Год}$.

Звідси:

$$q_{\text{сексмак}} = (Q_{\text{сексмак}})/3,6 = 520 \text{ л/с}; 0,5q_{\text{сексмак}} = 520/2 = 260 \text{ л/с}.$$

За отриманою витратою та в межах економічно доцільних швидкостей руху рідини ($v = 1-3 \text{ м/с}$) визначаємо діаметр трубопроводу:

$$d = 560 \text{ мм}; v = 1,19 \text{ м/с}; 1000i = 2,10.$$

Втрати напору по довжині становлять:

$$h_{\text{довж}} = 3 \cdot 1000i = 3 \cdot 2,10 = 6,30 \text{ м}.$$

Повний напір:

$$H_{\text{повн}} = 7,0 + 6,30 + 0,63 + 3 + 1,5 + 3 = 21,43 \text{ м}.$$

Під час перевірки роботи трубопроводів в аварійному режимі враховується, що на напірних лініях при їх довжині $l = 3 \text{ км}$ передбачається камера переключення. У разі аварії на одному трубопроводі залишені в роботі ділянки розраховуються на пропускання всієї витрати:

$$q_{\text{сексмак}} = 520 \text{ л/с}.$$

Для цих умов:

$$d = 560 \text{ мм}; v = 2,38 \text{ м/с}; 1000i = 7,18.$$

Втрати напору по довжині:

$$h_{\text{довж}1-2} = 1,5 \cdot 7,18 = 10,77 \text{ м}; h_{m1-2} = 0,1 \cdot h_{\text{довж}1-2} = 1,08 \text{ м}.$$

На ділянках без пошкодження подача здійснюється двома трубопроводами, тому кожен із них транспортує:

$$0,5q_{\text{сексмак}} = 260 \text{ л/с}.$$

Тоді:

$$d = 560 \text{ мм}; v = 1,19 \text{ м/с}; 1000i = 2,10.$$

Втрати напору по довжині:

$$h_{l1-2} = 10,77 \text{ м}; h_{l2-3} = 1,5 \cdot 2,10 = 3,15 \text{ м}.$$

Сумарні втрати напору:

$$h_{l1-3} = 10,77 + 3,15 = 13,92 \text{ м}; h_{m1-3} = 1,39 \text{ м}.$$

Тоді:

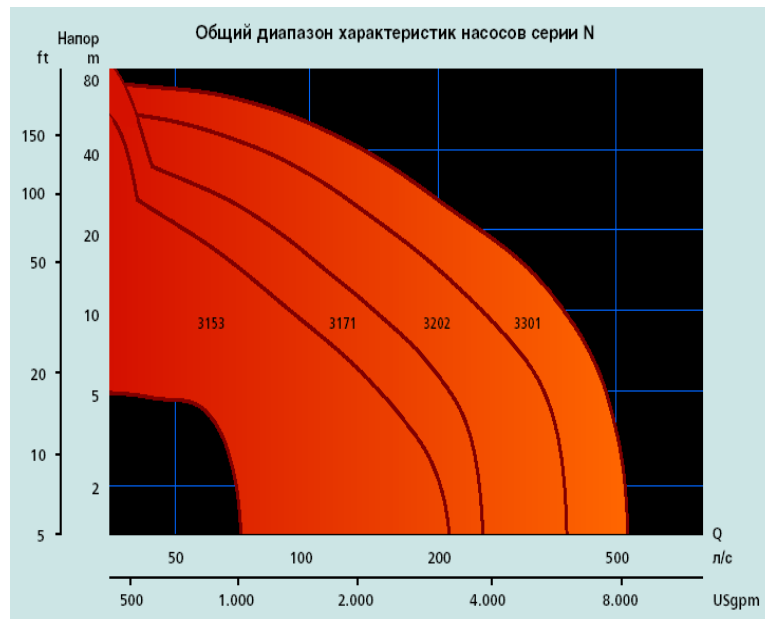
$$H_{\text{повн}} = 7,0 + 13,92 + 1,39 + 3 + 1,5 + 3 = 29,81 \text{ м.}$$

Отже, у випадку аварійного режиму роботи трубопроводів повний манометричний напір збільшується.

Для підбору насосного обладнання приймаємо:

$$H_{\text{повн}} = 30 \text{ м; } q_{\text{сексмак}} = 520 \text{ л/с.}$$

Характеристика та загальний вигляд насосу Flygt NZ 3202 представлені на рисунку 2.1.



NZ

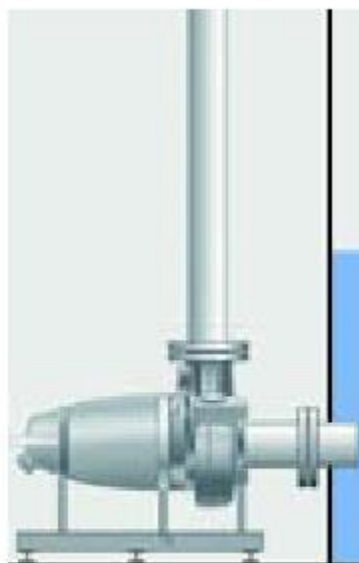


Рис. 2.1 – Характеристика та загальний вигляд насосу Flygt NZ 3202

Приймаються три робочі та два резервні насоси марки Flygt NZ 3202. Основні характеристики насосів:

– продуктивність – 173 л/с; – напір – 30 м; – частота обертання – 960 об/хв.

2.3.4 Визначення об'єму приймальних резервуарів

Приймальний резервуар призначений для вирівнювання нерівномірності надходження стічних вод до насосної станції. Його об'єм визначають з урахуванням інтенсивності припливу стоків, продуктивності насосного обладнання та допустимої кількості вмикань електродвигунів. При цьому об'єм резервуара не повинен бути меншим за п'ятихвилинну продуктивність одного насоса.

$$W_{\text{рез}} = (Q_{(\text{max.год})} \cdot 5) / 60 = (624 \cdot 5) / 60 = 52 \text{ м}^3 \quad (2.25)$$

Днище резервуара проєктується з ухилом у напрямку всмоктувальних трубопроводів насосів. Над усмоктувальними трубами передбачаються два отвори, закриті рифленими металевими кришками, які використовуються для огляду та демонтажу труб під час очищення резервуара. Очищення дна здійснюється струменями води за допомогою брандспойтів. У перекритті над грабельним відділенням запроєктовано два технологічні люки.

Для спорожнення резервуара із загального напірного трубопроводу прокладаються труби діаметром 150 мм. Ці ж трубопроводи використовуються для промивання зони всмоктування.

Всмоктувальний трубопровід є одним із найважливіших елементів насосної станції. Для зменшення втрат напору його довжину приймають мінімально можливою, а кількість фасонних елементів скорочують. Передбачається встановлення п'яти усмоктувальних трубопроводів діаметром 400 мм. Труби та фасонні деталі виготовляються зі сталі та з'єднуються зварюванням. Прокладання труб виконується по поверхні підлоги, над нею або в спеціальних каналах, що забезпечують зручність обслуговування і промивання.

За автоматизованого режиму роботи насосів пускові засувки обладнуються електроприводами. Фланцеві з'єднання застосовуються лише у місцях приєднання насосів, засувок та іншого технологічного обладнання.

У машинному залі передбачаються фундаменти під коліна всмоктувальних патрубків насосів розмірами 800×1000 мм, а також бетонні основи під засувки на всмоктувальному трубопроводі Ду = 400 мм з електроприводом розміром 400×700 мм.

2.3.5 Будівля насосної станції

Насосна станція призначається для перекачування господарсько-побутових та близьких за складом виробничих стічних вод із нейтральною або слабколужною реакцією. Розміри будівлі в плані становлять 18×12 м. Станція запроектована шахтного типу з підземною частиною діаметром 14 м.

Підземна частина розділяється герметичною перегородкою на два відділення — грабельне та насосне. Насосне відділення включає підземну й надземну частини. У верхній частині розташовуються монтажні площадки та вантажопідіймальне обладнання, а в нижній — насосні агрегати та електродвигуни. Над грабельним відділенням на першому поверсі влаштовуються монтажні майданчики, а на другому поверсі розміщуються електротехнічні, допоміжні та побутові приміщення.

Для забезпечення безперебійної роботи насосна станція підключається до двох незалежних джерел електропостачання. Продуктивність станції визначається за графіками спільної роботи насосного обладнання та трубопровідної системи.

У грабельному відділенні встановлюються решітки-дробарки типу КРД-40м. Одна дробарка працює постійно, а друга автоматично вмикається при підвищенні рівня стоків у резервуарі, що відповідає запуску третього насоса. Ширина прозорів решіток становить 16 мм. Перед решітками передбачені заставні конструкції для затворів, піднімання та опускання яких здійснюється талью, встановленою у приміщенні.

Подрібнені відходи змішуються зі стічними водами у співвідношенні 7–8 м³ рідини на 1 т відходів, після чого подаються до каналу перед механічними ґратами. Відходи, які не надходять на подрібнення, збираються у спеціальні контейнери та вивозяться за межі станції. Робота дробарок і транспортерів автоматизована — запуск і зупинка здійснюються без участі персоналу.

У підвідному каналі встановлюється аварійний затвор, який дозволяє припинити подачу стічних вод до резервуара у випадку аварійної ситуації.

У машинному залі монтуються п'ять горизонтальних відцентрових каналізаційних насосів із усмоктувальними та напірними патрубками. Три насоси є робочими, а два — резервними. У межах будівлі трубопроводи виконуються зі сталі. Всі з'єднання між насосами, арматурою та фасонними елементами приймаються фланцевими.

Діаметри патрубків складають: усмоктувальні — 250 мм, напірні — 200 мм, діаметр збірного трубопроводу — 630 мм. Напірні трубопроводи виходять із насосної станції у двох напрямках і обладнуються засувками з електроприводами на кожному кінці. На трубопроводах кожного насоса встановлюються зворотні клапани та засувки. Пуск насосів виконується при відкритій засувці, а її закриття передбачається лише під час проведення ремонтних робіт.

Керування насосними агрегатами здійснюється автоматично залежно від рівня стічних вод у приймальному резервуарі. Для контролю рівня застосовується електричний сигналізатор-регулятор типу ЕРСР-2. У разі аварійного відключення одного з насосів або перевищення допустимого рівня рідини автоматично запускається резервний насосний агрегат.

Крім основного обладнання, на станції передбачаються технічний насос ВК 5/24 та дренажний насос ГНОМ 25-20.

Для виконання монтажних і ремонтних робіт у ґрабельному приміщенні встановлюється монорейка з електричною талью вантажопідйомністю 1 т. У машинному залі передбачаються ручний мостовий кран вантажопідйомністю 2 т та електроталь канатного типу вантажопідйомністю 2 т. Монтаж обладнання

виконується через спеціальні прорізи із застосуванням таль, підвішених на рейкових шляхах.

Водопостачання для виробничих і побутових потреб здійснюється трубопроводом діаметром 50 мм від зовнішньої мережі. Внутрішня система водопостачання забезпечує подачу води до водонагрівача, душових, санітарного вузла та бака розриву струменя. Із бака вода за допомогою насосів ВК 5/24 подається до ущільнень сальників насосів. Для очищення стін та підлоги грабельного приміщення і машинного залу встановлюються крани технічного водопроводу.

Стічні води від душових, санвузлів, умивальників та переливу бака відводяться безпосередньо у приймальний резервуар. Вода від охолодження сальників і миття приміщень збирається у лотку та за допомогою дренажного насоса перекачується назад у резервуар.

Система опалення працює на перегрітій воді з температурами подачі та зворотного трубопроводу відповідно 150 °С і 70 °С. Для опалення використовуються конвектори типу Акорд. У машинному та грабельному приміщеннях передбачається черговий режим опалення.

Основними джерелами забруднення повітря є газові виділення від стічної рідини у грабельному відділенні та тепловиділення від обладнання машинного залу. Для забезпечення нормативних умов праці проєктується приточно-витяжна вентиляція. Приплив повітря здійснюється у робочу зону, а видалення — з нижньої та верхньої зон приміщення. Із грабельного приміщення 80 % повітря видаляється з нижньої частини, а 20 % — із верхньої. У машинному залі повітрообмін забезпечується природною вентиляцією через дефлектори.

Робота насосної станції повністю автоматизована та залежить від рівня стічних вод у резервуарі. Кількість працюючих насосів змінюється відповідно до припливу стоків: у періоди мінімального навантаження працює один насос, а в час максимального припливу — три насоси одночасно.

3 ОРГАНІЗАЦІЯ ЕКСПЛУАТАЦІЇ СИСТЕМИ

3.1 Призначення і задачі міського комунального підприємства

Головним завданням міського комунального підприємства (МКП) є забезпечення належної технічної експлуатації систем водопостачання та водовідведення [11].

Діяльність МКП базується на вимогах Водного кодексу України, відповідних положеннях будівельних і санітарних норм, державних стандартів, міжгалузевих та галузевих нормативних документів у сфері водопостачання і водовідведення, а також інших регламентуючих документів, перелік яких наведений у додатку.

Основною метою підприємства є забезпечення стабільного та ефективного функціонування систем водопостачання і каналізації.

Експлуатація інженерних мереж водопостачання та водовідведення повинна гарантувати надійну й безперебійну роботу всіх споруд і обладнання при високих техніко-економічних показниках та відповідній якості послуг із дотриманням вимог щодо охорони водних ресурсів від забруднення і раціонального використання води.

Для забезпечення надійної та економічно ефективної роботи систем необхідно:

- Забезпечувати підприємство кваліфікованими технічними працівниками, які дотримуються посадових інструкцій, правил технічної експлуатації та охорони праці, а також здійснюють контроль і аналіз режимів роботи систем;
- Організовувати раціональні режими роботи мереж і споруд із максимальним використанням наявних ресурсів, упровадженням сучасних технологій, механізації та автоматизації виробничих процесів;
- Вживати заходів щодо скорочення втрат води, енергоресурсів і матеріалів;
- Своєчасно проводити огляд, технічне обслуговування та ремонт мереж, споруд і обладнання;

- Здійснювати постійний контроль за кількістю та складом стічних вод, що надходять від промислових підприємств;
- Контролювати якість питної води, яка подається у мережу та надходить споживачам;
- Перевіряти ефективність очищення стічних вод перед їх скиданням у водні об'єкти;
- Організовувати заходи щодо попередження, оперативного виявлення та ліквідації аварійних ситуацій;
 - Вести облік і аналіз причин порушень у роботі систем та аварій.

Для забезпечення безперебійної та економічної роботи керівництво МКП повинно:

- Дотримуватись вимог чинного законодавства України;
- Контролювати виконання працівниками посадових обов'язків та адміністративних розпоряджень, а у випадку порушення трудової дисципліни застосовувати відповідні заходи;
- Організовувати підвищення кваліфікації персоналу через спеціалізовані навчальні заклади та внутрішнє технічне навчання;
- Проводити аналіз причин аварій і несправностей та розробляти заходи щодо їх усунення за участю ремонтних служб і обслуговуючого персоналу;
- Навчати працівників методам виявлення, локалізації та ліквідації аварій;
- Регулярно перевіряти знання персоналу щодо правил технічної експлуатації та охорони праці;
- Забезпечувати належну охорону споруд, обладнання та майна підприємства.

До основних функцій Водоканалу належать:

- Адміністративне, технічне та господарське управління всіма структурними підрозділами;

- Розроблення організаційно-технічних заходів, спрямованих на підвищення надійності, ефективності та якості роботи систем водопостачання і водовідведення, а також контроль їх виконання;
- Здійснення технічного нагляду за водоспоживанням, обліком поданої та відведеної води;
- Вжиття заходів щодо споживачів, які порушують норми використання води або допускають її нераціональне споживання;
- Організація профілактики аварій, підвищення рівня охорони праці та техніки безпеки, а також ведення обліку несправностей і випадків травматизму;
- Організація професійного навчання та підвищення кваліфікації працівників;
- Планування ремонтів споруд та обладнання відповідно до системи планово-попереджувального ремонту (ППР);
 - Забезпечення виробничих підрозділів технічною документацією, матеріалами, інструментами, запасними частинами та спецодягом;
 - Укладання договорів зі споживачами на подачу води та приймання стічних вод;
- Розрахунок тарифів на послуги водопостачання і водовідведення;
 - Видача технічних умов на підключення об'єктів до мереж водопостачання та каналізації;
 - Здійснення технічного нагляду за виконанням будівельно-монтажних робіт;
- Приймання в експлуатацію нових та реконструйованих споруд і мереж;
 - Проведення інвентаризації та паспортизації мереж, споруд і обладнання;
 - Контроль якості виробничих стічних вод та ефективності їх локального очищення;
 - Розрахунок і сплата екологічних платежів за забруднення навколишнього середовища;

- Отримання дозволів на спеціальне водокористування та контроль за дотриманням нормативів гранично допустимих скидів (ГДС);
- Накопичення та зберігання інформації про вміст забруднюючих речовин у питній та стічній воді;
- Метрологічне забезпечення вимірювань у системах водопостачання та водовідведення;
- Надання допомоги споживачам у виборі, встановленні та перевірці водолічильників і здійснення контролю за їх експлуатацією.

Для забезпечення потреб пожежної охорони у воді Водоканал разом із пожежними службами розробляє відповідні плани взаємодії.

У випадку виникнення аварій на спорудах або мережах водопостачання та каналізації Водоканал зобов'язаний оперативно організувати роботи з їх виявлення, локалізації та усунення. Про аварії або відключення водопровідних мереж необхідно негайно повідомляти місцеві пожежні служби, а при аваріях на каналізаційних мережах — відповідні органи Міністерства екологічної безпеки України. Крім того, інформація про всі аварійні ситуації повинна передаватися органам державного санітарного нагляду.

3.2 Організація системи контролю та планово-профілактичних робіт на комунальному підприємстві

Як зазначено у джерелі [12], система планово-попереджувальних робіт (ППР) являє собою комплекс організаційних і технічних заходів, спрямованих на контроль технічного стану споруд, трубопроводів та обладнання підприємств водопровідно-каналізаційного господарства, а також на виконання різних видів ремонтів відповідно до затверджених графіків.

Головною метою системи ППР на підприємствах ВКГ є попередження передчасного зношування мереж, споруд та обладнання, забезпечення їх безперебійної й надійної роботи, оптимізація експлуатаційних витрат та підвищення якості ремонтних робіт. Це сприяє забезпеченню необхідної якості

водопостачання та ефективного відведення й очищення стічних вод відповідно до вимог державних стандартів.

Практична реалізація системи ППР передбачає:

- Визначення переліку споруд та обладнання, які потребують ремонту;
- Встановлення видів, обсягів та характеру ремонтних робіт;
- Формування міжремонтних періодів і ремонтних циклів з урахуванням умов експлуатації;
- Складання планів виконання ремонтних робіт;
- Визначення джерел фінансування ремонтних заходів;
- Організацію технічного обстеження та проведення ремонтів;
- Підготовку технічної і кошторисної документації;
- Забезпечення ремонтів матеріалами, комплектуючими та запасними частинами;
- Створення виробничої бази для виконання ремонтів (майстерень, ремонтних цехів, бригад);
 - Організацію служби ППР на підприємстві;
 - Упровадження сучасних технологій ремонту, механізації процесів та відновлення зношених деталей;
 - Дотримання правил технічної експлуатації споруд і обладнання;
 - Організацію контролю за технічним обслуговуванням та якістю виконаних ремонтів.

Відповідальність за впровадження та функціонування системи ППР покладається на керівника підприємства, яке експлуатує системи водопостачання і водовідведення. Основними виконавцями робіт є інженерно-технічні працівники під керівництвом головного інженера.

До обов'язків технічного персоналу структурних підрозділів належать:

- Виконання посадових інструкцій;
- Керівництво ремонтними та виробничими бригадами;
- Забезпечення робочих місць необхідною документацією;

- Контроль параметрів роботи споруд та обладнання;
- Складання дефектних відомостей і графіків ремонтних робіт;
- Оформлення заявок на матеріали, комплектуючі та запасні частини;
- Ведення та своєчасне оновлення технічної документації;
- Підготовка звітів щодо технічного стану об'єктів;
- Аналіз ефективності роботи обладнання та внесення пропозицій щодо його модернізації;
- Організація навчання та підвищення кваліфікації працівників;
- Контроль за дотриманням правил охорони праці та техніки безпеки.

Організацію ремонтних робіт здійснюють служби головного механіка та головного енергетика. Основні ремонтні ресурси зосереджені у ремонтному цеху, який взаємодіє з технічним персоналом дільниць водопостачання та водовідведення.

На окремих виробничих дільницях відповідальність за виконання системи ППР покладається на начальників дільниць. Черговий персонал забезпечує безпечну та безперебійну роботу споруд відповідно до чинних інструкцій, правил безпеки, вимог заводів-виробників і санітарних норм.

Для своєчасного виявлення несправностей та ознак зношування, окрім щоденного технічного обслуговування, проводяться регулярні планові та позапланові огляди. Вони виконуються згідно з графіками, затвердженими керівництвом підприємства.

Огляди здійснюються технічними керівниками підрозділів спільно з обслуговуючим персоналом, а за необхідності — із залученням ремонтних працівників. Для виконання ремонтних робіт у підрозділах створюються спеціалізовані ремонтні бригади.

Під час оглядів усі виявлені несправності заносяться до спеціальних журналів. На підставі цих записів виконуються роботи з очищення, промивання, усунення витоків та інших дефектів. Несправності ліквідуються негайно або під

час поточного чи капітального ремонту залежно від складності робіт. Терміни виконання визначаються керівництвом відповідної дільниці.

Система ППР являє собою комплекс технічних заходів, спрямованих на підтримання або відновлення працездатного стану будівель, споруд та обладнання підприємства.

Ремонтні роботи в межах системи ППР поділяються на:

- Поточні ремонти — профілактичні заходи, які проводяться систематично для підтримання належного технічного стану споруд та усунення незначних несправностей. Вони виконуються протягом року за графіками, складеними технічними службами на основі результатів оглядів та заявок експлуатаційного персоналу;

- Капітальні ремонти — більш масштабні ремонтні заходи, спрямовані на заміну або відновлення зношених конструкцій і обладнання. Такі ремонти виконуються щорічно силами підприємства або спеціалізованими підрядними організаціями відповідно до затверджених планів.

Капітальні ремонти поділяються на:

- Комплексні — охоплюють ремонт об'єкта в цілому;
- Вибіркові — стосуються окремих конструктивних елементів або частин споруд.

Перевага надається ремонту конструкцій та обладнання, які найбільше впливають на технологічний процес або безпеку експлуатації.

Періодичність оглядів та виконання ремонтів визначається відповідно до технічних регламентів заводів-виробників обладнання та затверджених заходів підприємства.

3.3 Безпека праці при обслуговуванні систем водовідведення

Відповідальність за організацію охорони праці та дотримання вимог техніки безпеки під час експлуатації об'єктів каналізаційного господарства покладається на головних інженерів, технічних керівників підприємств, а також начальників і майстрів відповідних виробничих підрозділів.

Працівники, які здійснюють експлуатацію та обслуговування систем водовідведення, повинні знати і неухильно виконувати правила техніки безпеки. Усі новоприйняті працівники та особи, що проходять стажування на робочому місці, обов'язково проходять вступний інструктаж з охорони праці.

Працівники, які допускають порушення вимог безпеки, притягуються до дисциплінарної або адміністративної відповідальності відповідно до правил внутрішнього трудового розпорядку. Керівники та посадові особи, винні у грубих порушеннях вимог охорони праці, можуть нести адміністративну або кримінальну відповідальність за рішенням технічної інспекції профспілки.

Належний технічний стан водовідвідних мереж забезпечується шляхом проведення систематичних поточних і капітальних ремонтів, що виконуються на основі регулярних технічних оглядів. Усі експлуатаційні та ремонтні роботи на мережах і спорудах повинні проводитися відповідно до встановлених правил та інструкцій з безпеки праці.

Будь-які ремонтні або експлуатаційні роботи в системах водовідведення виконуються бригадою не менше ніж із трьох працівників. Кожна бригада повинна бути забезпечена комплектом сухого змінного одягу, аптечкою першої допомоги та необхідним інструментом. Перед виїздом аптечка обов'язково перевіряється. До її складу повинні входити: вата, бинти, йод, компресна плівка або папір, марганцевокислий калій, перекис водню, стрептоцидова емульсія, нашатирний спирт, гумовий джгут та дві шини довжиною по 0,5 м.

Відкривання кришок колодязів і камер дозволяється лише за допомогою спеціальних пристроїв — ломів або гачків. Відкривати кришки руками забороняється. Після відкривання кришку необхідно розташовувати за напрямком руху транспорту на безпечній відстані від колодязя. Під час виконання робіт поблизу трамвайних колій інструменти повинні знаходитися не ближче ніж 2 м від рейок.

У разі недостатнього природного освітлення необхідно застосовувати переносні світильники з трансформатором напругою не більше 36 В.

Допускається використання зовнішнього підвісного освітлення за умови розміщення світильників на висоті не менше 2,5 м над поверхнею землі або проїзної частини.

Контроль за виконанням робіт та дотриманням вимог техніки безпеки покладається на бригадира, майстра або іншого відповідального технічного працівника служби каналізаційних мереж.

Служба експлуатації каналізаційних мереж повинна мати комплект робочих креслень усіх мереж і споруд із зазначенням їх технічних характеристик: діаметрів та матеріалів труб, глибин прокладання, колодязів, камер, типів ґрунтів, арматури та інших конструктивних елементів. Також необхідно мати дані про прив'язку мереж до будівель і споруд.

Крім цього, служба експлуатації повинна вести постійний облік рівня загазованості в колодязях і камерах, накопичення осадів, випадків засмічення та наявності небезпечних речовин у стічних водах. Уся ця інформація повинна бути доступною для експлуатаційного та аварійно-ремонтного персоналу під час виконання робіт [11,12].

3.4 Технічна експлуатація насосної станції

Експлуатація насосних станцій у системах водовідведення повинна забезпечувати надійну та безперебійну роботу обладнання з високими техніко-економічними показниками, ефективним використанням електроенергії та мінімізацією експлуатаційних витрат.

Для забезпечення стабільної та економічної роботи насосної станції необхідно виконувати такі умови, передбачені проектом:

- Забезпечувати експлуатацію обладнання кваліфікованим і досвідченим персоналом, який чітко дотримується посадових інструкцій та відповідає сучасному рівню технічного розвитку;
- Проводити систематичний аналіз умов праці та режимів роботи обладнання;

- Організувати оптимальні режими функціонування насосних агрегатів і допоміжного обладнання;
 - Упроваджувати сучасні методи автоматичного керування та регулювання технологічних процесів;
 - Своєчасно виконувати технічне обслуговування, профілактичні та капітальні ремонти обладнання;
 - Забезпечувати високий рівень автоматизації виробничих процесів зі зменшенням втрат води, електроенергії та мастильних матеріалів;
 - Проводити облік і аналіз усіх аварійних ситуацій та порушень у роботі насосних агрегатів.

Адміністрація підприємства повинна забезпечувати підвищення професійного рівня персоналу шляхом:

- Організації навчальних курсів, присвячених новітнім досягненням науки й техніки;
- Проведення обміну досвідом між працівниками та обговорення раціоналізаторських пропозицій;
- Проведення тренувань щодо виявлення, локалізації та ліквідації аварійних ситуацій.

Для забезпечення ефективного управління та стабільної роботи головної насосної станції необхідно організувати зберігання повного комплекту технічної, експлуатаційної та виконавчої документації, включаючи інвентаризаційні матеріали та паспорти обладнання.

Перелік документації, яка повинна зберігатися на насосній станції відповідно до правил технічної експлуатації, включає:

- Генеральний план насосної станції із зазначенням обладнання та підземних комунікацій;
- Технологічні схеми роботи насосних агрегатів та трубопроводів;
- Схеми електроживлення й первинних електричних кіл;
- Принципові та монтажні схеми автоматики, сигналізації та телемеханіки.

На насосній станції необхідно вести постійний контроль і облік основних експлуатаційних показників обладнання, а саме:

- Обсягу перекачаних стічних вод та тиску в напірних трубопроводах;
- Загального та питомого споживання електроенергії на перекачування 1000 м³ стічної рідини;
- Витрат води та електроенергії на власні потреби станції в абсолютних і відносних показниках;
- Тривалості роботи та простоїв насосного й електротехнічного обладнання;
- Коефіцієнта корисної дії насосних агрегатів, який необхідно перевіряти не рідше одного разу на два роки.

Чисельність і склад обслуговуючого персоналу визначаються штатним розписом підприємства з урахуванням продуктивності насосної станції, складності встановленого обладнання та обсягів ремонтних і експлуатаційних робіт [13].

3.5 Санація систем водовідведення

Вступ

На сьогодні більшість каналізаційних колекторів в Україні була побудована ще у ХХ столітті, тому значна частина трубопровідних мереж уже вичерпала свій нормативний термін експлуатації та перебуває у незадовільному технічному стані. Проблема критичного зношення систем водовідведення характерна практично для всіх міст України незалежно від їх розташування.

Досвід експлуатації каналізаційних мереж показує, що виникнення аварій та порушень у роботі трубопроводів пов'язане не лише із закінченням строку служби труб, а й з іншими негативними факторами, серед яких:

- агресивний вплив зовнішнього середовища, що спричиняє корозійне руйнування верхньої частини труб;
- інтенсивне стирання лоткової частини трубопроводу з поступовим руйнуванням днища;

- старіння матеріалу труб і руйнування їх стінок;
- порушення герметичності стикових з'єднань;
- гідравлічні порушення, викликані помилками проектування, будівництва або експлуатації мереж.

Унаслідок цього виникають інфільтраційні процеси — проникнення ґрунтових вод у внутрішній простір каналізаційних трубопроводів, що призводить до збільшення навантаження на систему транспортування стічних вод. Одночасно спостерігається явище ексфільтрації — витікання стічної рідини через пошкоджені ділянки труб у навколишній ґрунт. Це може спричинити підтоплення територій, руйнування дорожнього покриття, фундаментів будівель та інших інженерних споруд.

У зв'язку з необхідністю забезпечення безпечної та надійної роботи систем водовідведення питання реконструкції й модернізації каналізаційних мереж є одним із пріоритетних напрямків діяльності комунальних підприємств. Особливе значення мають своєчасні ремонтно-відновлювальні роботи на аварійних ділянках трубопроводів.

Реконструкція та ремонт каналізаційних трубопроводів можуть виконуватися двома основними способами:

- відкритим методом — із розробкою траншей та відкриттям трубопроводу для проведення ремонтних робіт;
- безтраншейним методом — із відновленням трубопроводу без розкриття поверхні та виконання значних земляних робіт.

Відкритий спосіб ремонту є традиційним та відносно простим у технічному виконанні, проте супроводжується значними незручностями: пошкодженням дорожнього покриття, перекриттям транспортного руху, необхідністю організації об'їздів, видаленням зелених насаджень і подальшим відновленням благоустрою територій.

Безтраншейні технології, навпаки, дозволяють уникнути більшості зазначених недоліків та забезпечують виконання ремонтних робіт із мінімальним впливом на міську інфраструктуру.

У країнах Західної Європи понад 95 % робіт із реконструкції та прокладання каналізаційних мереж виконуються саме безтраншейними методами. Використання таких технологій дозволяє скоротити витрати на ремонт до 40 % залежно від діаметра та протяжності трубопроводів. У багатьох європейських містах проведення відкритих земляних робіт під час ремонту мереж суттєво обмежене або заборонене.

В Україні впровадження безтраншейних технологій розпочалося наприкінці 20 сторіччя. Сьогодні в державі налагоджене власне виробництво обладнання та матеріалів для санації трубопроводів, а підприємства водопровідно-каналізаційного господарства поступово впроваджують сучасні технології реконструкції мереж.

Санація каналізаційних трубопроводів є сучасним методом відновлення їх технічного стану без повної заміни труб. Виділяють два основні способи санації:

1. Санація без руйнування існуючої труби (релайнінг) — відновлення трубопроводу шляхом створення нової конструкції всередині старої труби;
2. Санація з руйнуванням пошкодженої труби (реновація) — руйнування старої труби з одночасним протягуванням нової.

Основні види санації без демонтажу труб

До найбільш поширених методів релайнінгу належать:

1. Нанесення цементно-піщаного покриття на внутрішню поверхню сталевих або чавунних труб для відновлення їх гідравлічних характеристик;
2. Протягування полімерної труби за методом «труба в трубі», який застосовується для трубопроводів різного діаметра та матеріалу;
3. Метод рукава або «панчохи», при якому всередину пошкодженого трубопроводу вводиться гнучкий композитний рукав, який після розправлення та полімеризації утворює нову герметичну трубу;

4. Методи U-liner та Omega-liner, що передбачають використання труб спеціальної форми, які після монтажу відновлюють круглий переріз під впливом температури або тиску;
5. Спіральна навивка, при якій усередині старої труби формується новий трубопровід із полімерної стрічки, що навивається по спіралі;
6. Локальна санація, яка застосовується для ремонту окремих дефектних ділянок трубопроводу.

Основні етапи релейнінгу

Процес санації трубопроводів методом релейнінгу включає такі основні етапи:

1. Попереднє обстеження та телеінспекція трубопроводу;
2. Механічне або гідродинамічне очищення внутрішньої поверхні труб;
3. Влаштування стартових і приймальних котлованів або використання існуючих колодязів;
4. Контрольна телеінспекція після очищення;
5. Виконання основних санаційних робіт;
6. Відновлення бічних підключень та відгалужень;
7. Фінальна телеінспекція та проведення гідравлічних випробувань.

Загалом відеодіагностика трубопроводу проводиться не менше чотирьох разів: до очищення, після очищення, під час виконання санації та після завершення робіт.

Тип обладнання для телеінспекції підбирається залежно від діаметра, довжини та матеріалу трубопроводу. Ефективність санації значною мірою залежить від якості проведеної діагностики та очищення труб.

Телеінспекція трубопроводів

На початковому етапі санації виконується комплексне обстеження пошкодженого трубопроводу за допомогою систем відеоінспекції. Це дозволяє отримати повну інформацію про технічний стан трубопроводу, колодязів, стиків та інших елементів мережі.

Для обстеження використовуються роботизовані або штовхальні телеінспекційні комплекси, до складу яких входять:

- відеокамера високої роздільної здатності;
- освітлювальні прилади;
- діагностичне обладнання;
- система запису відео;
- монітор для перегляду інформації в режимі реального часу.

Використання телеінспекції дозволяє:

- виявити тріщини, місця протікань та руйнування труб;
- зафіксувати зміщення, деформації та обвалення трубопроводу;
- визначити наявність засмічень, сторонніх предметів та корневих вросань;
- оцінити стан стиків і геометрію трубопроводу;
- виконати перевірку ухилів труб.

За результатами діагностики складається технічний висновок щодо стану трубопроводу та обирається найбільш ефективний метод санації. Одночасно визначаються необхідні матеріали, параметри нових труб, місця облаштування технологічних котлованів і розробляється календарний графік виконання робіт.

Очищення трубопроводів

Після проведення діагностики виконується очищення трубопроводу. Залежно від характеру забруднень застосовуються такі методи:

- механічне очищення — із використанням металевих йоржів, барабанів, тросів і штанг;
- електромеханічне очищення — із застосуванням приводів, що обертають очищувальні насадки;
- гідродинамічне очищення — промивання труб водою під високим тиском через спеціальні форсунки.

Для труб великого діаметра використовують потужне обладнання зі скребками, щітками, дисками та ланцюгами, що дозволяє ефективно видаляти щільні відкладення.

Якість очищення є одним із головних факторів, які впливають на ефективність подальшої санації. Недостатня підготовка трубопроводу може призвести до неякісного монтажу санаційного рукава або нової труби та повторного виникнення аварійних ситуацій.

Після завершення очищення виконується повторна телеінспекція для перевірки готовності трубопроводу до проведення санаційних робіт.

Вибір методу санації

Вибір конкретної технології санації здійснюється з урахуванням таких факторів:

- матеріалу трубопроводу (бетон, сталь, чавун, полімерні матеріали);
- призначення мережі (самоплинна або напірна);
- ступеня пошкодження та технічного стану труб;
- глибини прокладання мережі;
- геологічних умов і особливостей місцевості.

Рішення щодо застосування певного методу приймається лише після проведення повної технічної діагностики та аналізу стану трубопроводу.

Після завершення санаційних робіт уся технічна документація мережі підлягає оновленню. До виконавчої документації вносяться відомості про відновлені ділянки, нові параметри труб, використані матеріали та особливості виконаних монтажних робіт.

3.5.1 Нанесення цементно-піщаного покриття

Метод нанесення цементно-піщаного покриття широко застосовується для санації металевих напірних трубопроводів і використовується вже протягом тривалого часу. Цементно-піщане покриття (ЦПП) є ефективним способом усунення різноманітних дефектів внутрішньої поверхні сталевих і чавунних трубопроводів систем водовідведення діаметром від 150 до 2800 мм. Суть

технології полягає у нанесенні на внутрішню поверхню труби зволоженого цементно-піщаного розчину під високим тиском за допомогою спеціального насоса з відцентровою розпилювальною головкою. Після нанесення розчин висушується та утворює захисний шар.

Нанесення покриття здійснюється методом центрифугування або відцентрового набризку. Технологічний процес включає кілька основних етапів. Після проведення обстеження та очищення старого трубопроводу на кінці ремонтваної ділянки монтують і центрують розпилювальний механізм. Пристрій для нанесення облицювання рухається вздовж труби у зворотному напрямку з постійною швидкістю. Розчин подається через спеціальну розбризкувальну головку з пневматичним або електричним приводом. Завдяки металевим пластинам, встановленим радіально у вигляді гребінців, суміш рівномірно розподіляється по всій поверхні труби. Остаточне вирівнювання шару здійснюється спеціальними конусними пристроями.

Необхідна товщина покриття забезпечується шляхом підтримання стабільної швидкості обертання розбризкувальної головки та постійної подачі цементно-піщаної суміші. Мінімальна товщина захисного шару залежить від матеріалу й діаметра трубопроводу та становить від 4 до 12 мм. Остаточна товщина покриття визначається технічним станом трубопроводу, товщиною його стінок і необхідним строком подальшої експлуатації.

Для приготування суміші застосовується пісок із фракцією не більше 1 мм. Вода повинна відповідати встановленим технічним вимогам та мати температуру в межах від +10 до +30 °С. Співвідношення цементу до піску приймається у межах від 1:1 до 1:1,2 за об'ємом, а водоцементне відношення повинно складати 0,3–0,36.

Окрім традиційного цементно-піщаного покриття, можуть використовуватися цементно-полімерні або епоксидні покриття. Епоксидні смоли наносяться методом центрифугування за допомогою обертових механізмів зі щітками. Особливістю цього способу є необхідність більш

ретельного очищення внутрішньої поверхні труб у порівнянні з підготовкою під ЦПП. Полімеризація епоксидного шару триває від 12 до 24 годин, а товщина покриття становить 0,8–1,2 мм. Така технологія найчастіше застосовується для труб невеликих діаметрів.

Основні переваги методу:

- відносна простота виконання робіт;
- невисока вартість матеріалів і ремонтних робіт;
- доступність цементу та піску;
- утворення гладкої внутрішньої поверхні трубопроводу;
- тривалий термін служби покриття — до 50 років;
- можливість використання для труб широкого діапазону діаметрів.

Недоліки методу:

1. Технологія не може застосовуватись при значних руйнуваннях трубопроводу, великих деформаціях або зміщеннях труб;
2. Після нанесення цементно-піщаного покриття введення трубопроводу в експлуатацію можливе лише через 3–5 діб, тому процес санації є відносно тривалим. При використанні епоксидних смол термін полімеризації значно менший.

3.5.2 Метод «труба в трубі»

Метод «труба в трубі» є одним із найбільш поширених способів санації трубопроводів і застосовується як для напірних, так і для безнапірних мереж. Його суть полягає у протягуванні всередину аварійного трубопроводу нової полімерної труби меншого діаметра.

Для виконання санації використовують гнучкі полімерні труби, які подаються в існуючий трубопровід за допомогою напрямних пристроїв і протягуються до приймального котловану пневматичною лебідкою, встановленою на протилежному кінці ділянки. Після монтажу простір між старою та новою трубою заповнюють спеціальним тампонажним розчином. Це

необхідно для надійної фіксації нової труби, запобігання проникненню ґрунтових вод і недопущення просідання трубопроводу.

Оскільки поліетиленові труби чутливі до механічних пошкоджень під час протягування, для їх захисту застосовують спеціальні потовщені зовнішні оболонки або поліпропіленове покриття підвищеної міцності. Крім поліетиленових труб, можуть використовуватись склопластикові, поліпропіленові та полівінілхлоридні труби.

Технологічна послідовність виконання робіт включає:

- обстеження та очищення аварійної ділянки;
- розробку стартового і приймального котлованів;
- влаштування бетонної основи у стартовому котловані;
- вирізання технологічного вікна в існуючому трубопроводі;
- монтаж лебідки у приймальному котловані;
- приварювання спеціальної насадки до кінця полімерної труби та закріплення сталевого троса;
- протягування нового трубопроводу всередину старого.

Процес втягування труб виконується досить швидко. Важливою умовою є те, що внутрішній діаметр існуючої труби повинен перевищувати діаметр нової приблизно на 10–15 %. Максимальна довжина звареної полімерної батоги може досягати 700 м.

Після завершення протягування міжтрубний простір заповнюється цементними або спеціальними амортизуючими розчинами за допомогою бетононасоса. Наприкінці робіт котловани засипаються, а трубопровід вводиться в експлуатацію.

Метод «труба в трубі» застосовується за умови відсутності поперечних деформацій і обвалень існуючого трубопроводу. Технологія підходить для санації труб будь-якого діаметра як у напірних, так і у самоплинних системах.

Основні переваги методу:

- висока швидкість виконання робіт;

- можливість застосування для трубопроводів різних діаметрів;
- висока стійкість нової труби до корозії та абразивного зносу;
- підвищення міцності трубопроводу завдяки використанню старої труби як захисного футляра;
- тривалий строк експлуатації — понад 50 років.

Недоліки методу:

1. Метод застосовується переважно на прямолінійних ділянках;
2. Санація можлива лише за відсутності значних деформацій трубопроводу;
3. Відбувається зменшення внутрішнього діаметра труби.

3.5.3 Метод рукава (метод «панчохи»)

Метод рукава або «панчохи» полягає у введенні всередину трубопроводу гнучкого композитного рукава, просоченого полімерними смолами, з подальшою його полімеризацією. У результаті всередині старої труби формується новий самонесучий трубопровід.

Полімерний рукав має багат шарову конструкцію. Внутрішній шар забезпечує герметичність і перешкоджає проникненню вологи. Середній шар являє собою щільний поліефірний матеріал, який утримує смолу. Зовнішній армуючий шар складається з полімерних ниток, що забезпечують необхідну міцність конструкції.

Рукави виготовляються на заводі та просочуються поліефірними або епоксидними смолами. Для запобігання передчасній полімеризації вони транспортуються в охолодженому стані. В окремих випадках просочення смолами виконується безпосередньо на будівельному майданчику перед початком робіт.

Товщина рукава залежить від діаметра трубопроводу та становить:

- 3–10 мм — для труб діаметром 300–600 мм;
- 4–18 мм — для труб діаметром 600–1600 мм.

Перед санацією трубопровід проходить телеінспекцію та ретельне очищення. Особливу увагу приділяють сушінню внутрішньої поверхні після гідродинамічного промивання.

Монтаж рукава може здійснюватися двома основними способами:

1. Методом вивертання під дією тиску води або повітря;
2. Методом протягування рукава за допомогою лебідки.

У першому випадку рукав під дією води або стисненого повітря поступово вивертається та щільно притискається до внутрішньої поверхні трубопроводу. Далі виконується нагрівання води або подача пари для полімеризації смоли. Процес триває від 6 до 24 годин при температурі близько 80°C. Після затвердіння формується нова труба з терміном служби понад 50 років.

У другому випадку рукав протягується всередину трубопроводу за допомогою лебідки та герметизується з обох боків. Для надання форми в рукав подається повітря, після чого здійснюється полімеризація за допомогою ультрафіолетових ламп. Лампи забезпечують рівномірне прогрівання всієї поверхні рукава. Для труб діаметром до 600 мм використовують лампи потужністю 600 Вт, а для труб до 1600 мм — 1000 Вт.

Метод ультрафіолетової полімеризації вважається більш сучасним та технологічним, хоча й дорожчим. Його перевагою є можливість заводського просочення рукавів і тривалого зберігання матеріалів.

Технологія застосовується для санації напірних і безнапірних трубопроводів зі сталі, чавуну, залізобетону, кераміки та азбестоцементу діаметром від 150 до 1600 мм. Максимальна довжина санованої ділянки може досягати 250 м.

Основні переваги методу:

- висока швидкість виконання робіт;
- мінімальний обсяг земляних робіт;
- можливість санації труб із вигинами до 90°;
- незначне зменшення внутрішнього діаметра трубопроводу;

- гладка внутрішня поверхня нової труби;
- висока стійкість до корозії та абразивного зносу;
- щільне прилягання нового рукава до старої труби;
- тривалий строк експлуатації — понад 50 років.

Недоліки методу:

1. Необхідна наявність залишкової міцності аварійного трубопроводу;
2. Високі вимоги до якості очищення внутрішньої поверхні труби;
3. Існує ризик неповного прилягання або локального відшарування полімерного рукава від стінок трубопроводу.

3.5.4 Протягування полімерних труб U-подібної та Ω-подібної форми

Одним із сучасних способів безтраншейного відновлення трубопроводів є технологія протягування полімерних лайнерів, які попередньо деформуються у форму літер «U» або «Ω». Цей метод був розроблений і впроваджений у 2011 році німецькою компанією RENAУ, що спеціалізується на виробництві полімерних трубопровідних систем.

Суть технології полягає у використанні полімерних труб із так званим ефектом «пам'яті форми». Перед монтажем труби стискають, надаючи їм спеціального профілю:

- у вигляді літери «U» — для U-лайнєрів;
- у вигляді літери «Ω» — для Омега-лайнєрів.

Особливості матеріалів:

- U-лайнєри виготовляються з поліетилену високої щільності (PE-HD) та застосовуються переважно для санації напірних каналізаційних мереж діаметром 100–400 мм.
- Омега-лайнєри являють собою комбіновані труби з ПВХ та поліетилену і використовуються здебільшого у самоплинних системах діаметром 100–800 мм.

Труби можуть надходити на об'єкт уже деформованими або набувати потрібної форми безпосередньо перед монтажем за допомогою спеціального обладнання. Після цього лайнер намотується на барабан, що забезпечує його зручне транспортування та подачу до місця виконання робіт.

Довжина однієї ділянки санації може досягати приблизно 600 м залежно від діаметра труби та розмірів барабана.

Монтаж виконується шляхом протягування лайнера через стартовий колодязь усередині існуючого трубопроводу до приймального колодязя. Після завершення протягування запускається процес відновлення початкової круглої форми труби.

Для цього через герметичні заглушки у лайнер подають гарячу пару або стиснене повітря. Під впливом температури та тиску активується ефект «пам'яті форми», у результаті чого труба розширюється і щільно прилягає до внутрішньої поверхні старого трубопроводу без утворення порожнин між стінками.

У результаті формується нова герметична внутрішня оболонка, що характеризується гладкою поверхнею, високою стійкістю до агресивних середовищ та механічних навантажень. Навіть за значного руйнування старої труби новий лайнер здатний самостійно забезпечувати транспортування стічних вод.

Основні переваги U- та Ω -лайнєрів:

- незначна товщина стінки (до 5 мм), що дозволяє практично не зменшувати внутрішній діаметр трубопроводу;
- щільне прилягання до старої труби без утворення зазорів;
- можливість санації ділянок зі складною конфігурацією та поворотами;
- використання компактного обладнання, що особливо важливо в умовах міської забудови;
- тривалий термін експлуатації — понад 50 років.

Недоліки технології:

1. Необхідність ретельного очищення трубопроводу перед монтажем, оскільки навіть невеликі забруднення можуть ускладнювати правильне розправлення лайнера.
2. Значна вартість спеціалізованого обладнання — барабанів, деформаційних установок, компресорів та парогенераторів.

Висновок:

Технології із застосуванням U- та Ω -подібних лайнерів вважаються перспективними для використання в системах водовідведення України. Вони забезпечують високу надійність, тривалий строк служби та мінімальне порушення міської інфраструктури, що робить їх ефективною альтернативою традиційним методам ремонту труб.

3.5.5 Метод спіральної навивки

Метод спіральної навивки належить до сучасних способів санації каналізаційних мереж і характеризується можливістю виконання робіт без повного припинення експлуатації трубопроводу. Це особливо актуально за відсутності резервних ліній, оскільки технологія допускає проведення ремонту при частковому заповненні труби стоками — до 30–40 % її об'єму. Суть способу полягає у формуванні нової труби всередині старої шляхом спірального навивання полімерного профілю.

Метод може використовуватися:

- для труб будь-яких діаметрів;
- для колекторів різної форми перерізу — круглої, аркової, яйцеподібної тощо;
- для глибоких тунельних колекторів;
- для вертикальних споруд: шахт, резервуарів, колодязів.

Технологія придатна як для самоплинних, так і для напірних систем каналізації.

Суть технології

Відновлення трубопроводу здійснюється шляхом створення нової оболонки всередині існуючої труби за допомогою довгого полімерного профілю, який навивається по спіралі. Для виготовлення профілю застосовують ПВХ або високоміцний поліетилен, іноді з армуванням. Зовнішня поверхня профілю оснащується ребрами жорсткості, що підвищують міцність конструкції.

З'єднання окремих витків виконується за допомогою спеціальних замкових елементів, розташованих по краях стрічки, завдяки чому утворюється герметична труба.

Матеріал подається з котушки, а навивальне обладнання встановлюється біля стартового колодязя або технологічного котловану. Монтаж може проводитися як з поверхні, так і всередині колектора. Під час роботи установка поступово переміщується вздовж трубопроводу, формуючи нову трубу без демонтажу старої конструкції.

За необхідності простір між старою і новою трубою заповнюють цементним розчином, що підвищує жорсткість і стійкість системи до навантажень. Водночас деякі модифікації технології допускають роботу без заповнення міжтрубного простору.

Різновиди технології спіральної навивки

Сьогодні застосовуються чотири основні модифікації:

1. **SPR** — базова система для санації труб великого діаметра (до 5500 мм) та вертикальних споруд. Використовується армований ПВХ-профіль зі сталевим підсиленням. Простір між трубами після монтажу обов'язково заповнюється спеціальною сумішшю.
2. **SPR PE** — технологія для круглих труб діаметром 900–3000 мм із бетону, цегли, каменю чи склопластику. Застосовується поліетиленово-сталевий профіль із високими міцнісними характеристиками.
3. **SPR EX** — призначена для труб діаметром 150–1800 мм. Головною особливістю є максимально щільне прилягання нової труби до старої

поверхні. Метод ефективний у районах із нестійкими ґрунтами або підвищеною сейсмічною активністю.

4. **SPR ST** — використовується для санації труб діаметром 450–2500 мм із застосуванням ПВХ-профілю зі сталевим армуванням.

Результати санації

Після завершення робіт формується нова герметична самонесуча труба, яка ізолює зношену поверхню старого трубопроводу. Оновлений канал характеризується високою механічною міцністю, водонепроникністю та стійкістю до агресивних середовищ.

Переваги спіральної навивки

- можливість виконання робіт при частковому заповненні труби;
- покращення гідравлічних характеристик мережі;
- відсутність стикових з'єднань і фітингів;
- можливість монтажу на прямолінійних та криволінійних ділянках до 500 м;
- застосування для труб будь-якої форми та глибини залягання;
- висока швидкість виконання робіт — близько 40–50 м на добу;
- підвищення жорсткості конструкції після ін'єктування цементного розчину;
- компактність обладнання;
- строк служби понад 50 років.

Недоліки:

1. Висока вартість спеціалізованого обладнання.
2. Необхідність імпорту полімерного профілю, який переважно виготовляється в Японії.

3.5.6 Метод точкової санації

Точкова санація застосовується для локального ремонту трубопроводів у місцях окремих пошкоджень — тріщин, корозійних дефектів або негерметичних стиків. Метод придатний як для самоплинних, так і для напірних систем.

Технологія передбачає відновлення лише пошкодженої ділянки без повної реконструкції трубопроводу, що дозволяє суттєво скоротити витрати.

Роботи виконуються на сухій ділянці мережі після тимчасового припинення подачі стоків. Усі операції контролюються за допомогою відеоінспекції.

Одним із найпоширеніших способів є монтаж полімерної манжети. Вона виготовляється з тканинного матеріалу, просоченого полімерною смолою, та встановлюється на спеціальний пакер — гумову камеру, що розширюється під тиском. Після введення в трубопровід манжета позиціонується на місці пошкодження, а пакер надувається компресором. Манжета притискається до стінок труби, а смола полімеризується. Час затвердіння зазвичай становить близько 30 хвилин, інколи застосовується гаряче повітря для прискорення процесу.

Після завершення полімеризації пакер видаляється, а затверділа манжета залишається всередині труби, герметично перекриваючи дефект.

Існують і альтернативні технології. Наприклад, компанія Link-Pipe використовує гільзи з нержавіючої сталі довжиною 300–900 мм і діаметром 100–1350 мм. Вони покриваються еластичним клеєм і розширюються за допомогою пневматичних циліндрів. Клейовий склад заповнює дефекти, створюючи герметичне з'єднання.

Німецька компанія Janssen застосовує технологію введення двокомпонентної синтетичної смоли через спеціальний зонд-накопичувач. Смола подається безпосередньо у пошкоджену зону та приблизно за 20 хвилин утворює міцну ремонтну муфту.

Метод може застосовуватися для труб будь-якого діаметра та режиму роботи.

Переваги точкової санації

- ремонт виконується лише в місці пошкодження, що зменшує витрати;
- висока міцність і довговічність відновленої ділянки.

Недоліки

1. Відносно висока вартість виконання робіт.
2. Для кожного дефекту потрібен окремий комплект матеріалів, оскільки манжети є одноразовими.

В Україні найбільш поширеними методами санації трубопроводів залишаються:

- технологія «труба в трубі» — близько 68–72 % випадків;
- метод рукава («панчохи») — 28–32 %;
- цементно-піщане покриття — 3–5 %;
- інші методи — менш ніж 2 %.

3.5.7 Санація з руйнуванням аварійного трубопроводу (реновація)

Санація із повним руйнуванням існуючої труби, або реновація (берстлайнинг), є одним із методів безтраншейної реконструкції трубопроводів. Її особливість полягає в тому, що стара труба руйнується, а на її місце одночасно протягується новий трубопровід, нерідко більшого діаметра. Завдяки цьому не лише усуваються дефекти зношеної мережі, а й підвищується її пропускна здатність.

Технологію застосовують у випадках, коли:

- необхідно збільшити діаметр трубопроводу;
- існуюча труба повністю відпрацювала свій експлуатаційний ресурс;
- трубопровід має значний фізичний знос або серйозні пошкодження.

Принцип методу полягає у руйнуванні старої труби спеціальним обладнанням із одночасним протягуванням нової полімерної труби, зазвичай поліетиленової та безстикової. У деяких випадках діаметр нового трубопроводу може бути у 1,5–2 рази більшим за попередній.

Реновація придатна для трубопроводів із різних матеріалів: бетону, залізобетону, чавуну, сталі, кераміки, азбестоцементу. Метод ефективний як у складних гідрогеологічних умовах, так і в районах щільної міської забудови.

Для руйнування старої труби найчастіше використовують:

- горизонтально-направлене буріння;

- пневмоударні установки;
- метод гідропроколу.

3.5.8 Санація методом горизонтально-направленого буріння

Цей спосіб реконструкції виконується із застосуванням установки горизонтально-направленого буріння. Перед початком робіт облаштовують два котловани — стартовий і приймальний. У стартовому котловані встановлюють опорну плиту та монтують гідравлічні домкрати, які забезпечують рух бурових штанг.

Через стартовий котлован штанги вводяться всередину старого трубопроводу і поступово просуваються до приймального котловану. У процесі роботи окремі секції штанг послідовно з'єднуються між собою, а їх переміщення контролюється навігаційною системою.

Після виходу штанг у приймальний котлован до них приєднують ріжучу головку з ножом, розширювач і нову полімерну трубу, яка з'єднується через вертлюг. Далі установка переходить у режим зворотного протягування. Під час цього процесу стара труба руйнується та розрізається, її уламки втискаються у ґрунт, а новий трубопровід затягується на місце старого.

Одночасно бурові штанги поетапно витягуються зі стартового котловану. Після завершення робіт ріжучу головку і розширювач демонтують, а нова поліетиленова труба залишається в робочому положенні.

Метод дозволяє прокладати трубопроводи діаметром до 500 мм на довжину до 500 м незалежно від типу ґрунтів.

3.5.9 Санація із застосуванням пневмоударних установок

Дана технологія базується на використанні пневмопробійників або пневмомолотів, оснащених спеціальними руйнівними насадками, ножами та розширювачами. Робота обладнання забезпечується компресором, який подає стиснене повітря.

Під дією ударних імпульсів, що передаються через розширювач, стара труба руйнується. Ножі розрізають її стінки, а уламки відтискаються в навколишній ґрунт.

Утворений простір одночасно використовується для проштовхування нової полімерної труби. Монтаж виконується із коротких трубних секцій, які послідовно з'єднуються різьбовими з'єднаннями у стартовому котловані.

Як і в інших методах реновації, попередньо облаштовуються стартовий та приймальний котловани. Особливу увагу приділяють точному встановленню пневмоустановки відповідно до осі існуючого трубопроводу. Для забезпечення стійкості обладнання монтується металевий упор.

Приймальний котлован має бути достатньо просторим для безперешкодного введення нової труби. Метод підходить для реконструкції труб із будь-яких матеріалів та дозволяє відновлювати трубопроводи діаметром до 2000 мм. За одну зміну можливо санувати до 260 м мережі.

3.5.10 Санація методом гідропроколу

У даному способі використовується спеціальна труба з металевим наконечником, який виконує функцію бура. Найчастіше застосовуються наконечники конічної форми. Кут заточення впливає на величину зусилля, необхідного для проколу ґрунту та руйнування старої труби.

На початковому етапі також облаштовують стартовий і приймальний котловани. У стартовому котловані встановлюють гідравлічний домкрат, через який подається труба з буровим наконечником.

Під дією домкрата труба поступово просувається вперед, руйнуючи старий трубопровід і займаючи його місце. Оператор постійно контролює напрямок руху наконечника.

Метод найбільш ефективний для труб невеликих діаметрів — до 600 мм — і застосовується на коротких ділянках довжиною до 60 м.

Переваги санації з руйнуванням старого трубопроводу

- відсутня потреба у попередній телеінспекції та очищенні мережі;

- висока швидкість виконання робіт;
- можливість збільшення пропускної здатності системи;
- ефективність навіть при значному руйнуванні трубопроводу;
- можливість використання у складних інженерно-геологічних умовах;
- придатність для роботи в умовах щільної міської забудови;
- незалежність від погодних умов.

Недоліки

Основним недоліком є складність застосування у місцях із великою кількістю підземних комунікацій. Оскільки руйнування старої труби виконується із застосуванням значних механічних зусиль, існує ризик пошкодження сусідніх мереж.

Крім того, технологія потребує дорогого спеціалізованого обладнання. Проте високі темпи виконання робіт та довговічність результату забезпечують економічну ефективність методу у перспективі.

Ми розглянули основні технології санації трубопроводів систем водовідведення. Значна кількість сучасних безтраншейних методів дозволяє обирати найбільш ефективний варіант реконструкції залежно від технічного стану трубопроводу та умов його експлуатації.

Висновки

Санація трубопроводів систем водовідведення є сучасною альтернативою традиційним відкритим методам ремонту, що потребують розриття траншей. Порівняно з відкритими способами реконструкції, санаційні технології мають низку суттєвих переваг:

1. Відсутня необхідність демонтажу дорожнього покриття та перекриття транспортного руху.
2. Роботи виконуються у значно коротші терміни.
3. Можливе проведення реконструкції незалежно від пори року та погодних умов.

4. Нові полімерні труби не піддаються корозії та не потребують додаткового захисту.
5. Після санації покращуються гідравлічні характеристики трубопровідної системи.

Безтраншейні методи також є економічно доцільними, оскільки не потребують масштабних земляних робіт, великої кількості техніки та значних трудових ресурсів. Значно знижуються витрати на відновлення дорожнього покриття, зелених зон та міської інфраструктури. Крім того, мінімізується ризик пошкодження суміжних комунікацій.

Важливою перевагою санаційних технологій є їх екологічність, адже під час виконання робіт негативний вплив на навколишнє середовище є мінімальним.

Отже, санація трубопроводів в міських умовах є ефективним, сучасним та перспективним напрямом оновлення мереж водовідведення, який дозволяє забезпечити надійну та довговічну експлуатацію інженерних мереж.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

Вступ

Розділ бакалаврської роботи «Охорона праці» присвячений дослідженню виробничих небезпек і факторів, що можуть негативно впливати на здоров'я та працездатність працівників, а також розробці заходів щодо їх усунення або мінімізації. Основною метою є забезпечення безпечних умов праці, попередження аварій та пожеж.

Основним об'єктом дослідження в цьому розділі є працівник під час виконання трудових обов'язків, умови його праці, виробниче середовище, обладнання та технологічні процеси, з якими він взаємодіє.

Комплекс заходів з охорони праці, передбачений у проєкті, має забезпечувати безпечне виконання робіт і подальшу безаварійну експлуатацію побудованих об'єктів [17, 18].

4.1 Виробнича санітарія

4.1.1 Розрахунок потреби у тимчасових побутових приміщеннях

Основним завданням виробничої санітарії на будівельному майданчику є створення безпечних та комфортних умов праці, які не завдають шкоди здоров'ю працівників. Для цього проєктом передбачено встановлення тимчасових побутових приміщень.

Визначення кількості та площі тимчасових споруд виконується відповідно до вимог «Інструкції з проєктування побутових приміщень» [18].

Результати розрахунків наведені у таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Розрахунок тимчасових будівель

№ з/п	Найменування побутових приміщень	Кількість робітників, чол.	Норма на 1 чол., м ²	Необхідна площа, м ²
1	Душові	Ч – 51	0,54	10
		Ж – 20	0,54	4,5
2	Гардероб	Ч – 51	0,7	40
		Ж – 20	0,7	20
3	Санітарний вузол	Ч – 51	0,1	5
		Ж – 20	0,1	3
4	Приміщення для прийому їжі	65	1,0	18
5	Приміщення для сушіння та очищення взуття	65	0,2	15
6	Приміщення для обігріву та захисту від сонця й атмосферних опадів	65	0,7	50
7	Приміщення для відпочинку	65	0,7	50

$$\Sigma = 200 \text{ м}^2$$

Для організації тимчасових побутових приміщень приймаються вагончики розміром 2,5×6 м. Необхідна кількість вагончиків визначається за формулою:

$$n = \frac{200}{15} = 14 \quad (4.1)$$

Отже, на будівельному майданчику необхідно встановити 14 побутових вагончиків.

Відстань від вагончиків до автомобільних або залізничних під'їзних шляхів повинна становити не менше 2 м. Відстань між окремими вагончиками повинна бути не менше 1 м, що забезпечує дотримання вимог пожежної безпеки та зручність для працівників.

4.1.2 Розрахунок освітлення на будівельному майданчику

Штучне освітлення будівельного майданчика виконується методом загального світлового потоку відповідно до вимог ДСТУ Б А.3.2-15:2011 та ДБН В.2.5-28:2018 «Природне та штучне освітлення».

Для освітлення території будівництва передбачається використання прожекторів заливаючого світла типу ПЗС-45 з лампами потужністю 1000 Вт при напрузі 220 В.

Кількість прожекторів визначається за формулою:

$$n = \frac{m \cdot E_n \cdot k \cdot S}{I_{\text{св}} \cdot h \cdot Z} \quad (4.2)$$

де: m — коефіцієнт, що враховує світловіддачу джерела світла;

$E_n = 50$ лк — нормативна освітленість;

$k = 1.5$ — коефіцієнт запасу;

$S = 686$ м²— площа освітлення;

$I_{\text{св}} = 18200$ — світловий потік лампи;

$h = 0.38$ — коефіцієнт корисної дії;

$Z = 0.75$ — коефіцієнт нерівномірності освітлення.

Коефіцієнт m визначається за залежністю:

$$m = \frac{1}{u \cdot z \cdot h} \quad (4.3)$$

де: $u = 0.8$ — коефіцієнт використання світлового потоку;

$z = 0.75$ — коефіцієнт нерівномірності освітлення;

$h = 0.38$ — коефіцієнт корисної дії.

Після підстановки значень отримуємо:

$$n = \frac{50 \cdot 1.5 \cdot 686}{18200 \cdot 0.38 \cdot 0.75} \approx 12$$

Необхідно встановити 12 прожекторів типу ПЗС-45.

Прожектори монтуються на мачтах. Висота мачти визначається за формулою:

$$h = \sqrt{\frac{I_{\text{св}}}{300}} = \sqrt{\frac{18200}{300}} = 6.1 \quad (4.4)$$

де $I_{\text{св}}$ — світловий потік прожектора.

Отже, висота встановлення мачт становить приблизно 6,1 м.

4.1.3 Тимчасовий водопровід для побутових та пожежних потреб будівельного майданчика

У межах даної бакалаврської роботи передбачено забезпечення будівельного майданчика питною водою шляхом улаштування тимчасового водопроводу.

Тимчасова водопровідна мережа приймається діаметром 100 мм, що дозволяє забезпечити як господарсько-побутові потреби, так і потреби пожежогасіння. Пожежні гідранти розміщуються на відстані 2,5 м від краю проїзної частини з інтервалом не більше 100 м один від одного.

До мережі підключаються санітарно-побутові приміщення: умивальники, душові, санвузли та приміщення для прийому їжі. Така система забезпечує дотримання санітарно-гігієнічних вимог і вимог пожежної безпеки.

4.1.4 Боротьба з шумом і вібрацією

Вібрація є одним із характерних факторів будівельного виробництва та негативно впливає на організм людини. Саме тому заходи щодо зниження її впливу повинні передбачатися ще на етапі проектування будівельного майданчика.

Локальна вібрація впливає не лише на частини тіла, які контактують із вібруючим обладнанням, а й на центральну нервову систему, що може викликати негативні зміни в роботі інших органів. Дослідження свідчать, що тривалий вплив виробничої вібрації призводить до зниження працездатності, швидкої втоми, головного болю, болю в суглобах і пальцях.

Відповідно до санітарних норм, тривалість роботи з віброінструментом не повинна перевищувати 2/3 робочого часу зміни. Також необхідно передбачати регламентовані перерви для відпочинку працівників.

Для захисту від дії вібрації працівники повинні бути забезпечені індивідуальними засобами захисту, зокрема рукавицями з амортизуючими поролоновими прокладками товщиною 12 мм та спеціальним взуттям з амортизуючою підошвою, що знижує рівень загальної вібрації.

Шум також належить до небезпечних виробничих факторів. При перевищенні допустимого рівня 75 дБ він негативно впливає на організм людини, викликає втому, зниження слуху та погіршення працездатності.

Основними джерелами шуму є удари, тертя рухомих частин механізмів і вібраційні процеси. Для зменшення шкідливого впливу шуму необхідно застосовувати шумоізоляційні заходи, а також правильно організовувати режими праці та відпочинку працівників.

4.2 Техніка безпеки

4.2.1 Безпечні методи виконання будівельно-монтажних робіт

Адміністрація будівельної організації зобов'язана забезпечити працівникам безпечні та здорові умови праці. Під час виконання будівельно-монтажних робіт необхідно суворо дотримуватись чинних нормативних документів з охорони праці [19], інструкцій з техніки безпеки, а також вимог щодо огороження робочих зон у місцях вуличного руху.

Не допускається виконання робіт працівниками, які не пройшли вступний та первинний інструктаж з техніки безпеки. Територія виконання робіт повинна бути огорожена, доступ сторонніх осіб забороняється. У небезпечних зонах встановлюються попереджувальні знаки та інформаційні таблички, добре помітні як удень, так і вночі.

Працівники мають бути забезпечені спеціальним одягом, взуттям та, за необхідності, іншими засобами індивідуального захисту. Розміщення тимчасових і постійних споруд, складів, транспортних шляхів, мереж водо- та електропостачання, а також машин і механізмів повинно відповідати проєктній документації.

Проект організації будівництва має передбачати застосування сучасних технологій, механізмів та обладнання, які забезпечують не лише ефективність виконання робіт, а й зниження рівня виробничого травматизму. Особлива увага приділяється безпечному виконанню робіт на різних висотних рівнях, організації належного освітлення будівельного майданчика, захисту від ураження електричним струмом та огороженню небезпечних зон.

4.2.2 Розрахунок небезпечних зон при виконанні земляних робіт

Під час будівництва насосної станції виконуються такі земляні роботи: зняття рослинного шару ґрунту бульдозером, розробка котловану екскаватором-драглайном, очищення дна котловану та зворотне засипання ґрунту.

У разі проходження підземних комунікацій у межах будівельного майданчика необхідно отримати дозвіл відповідних експлуатаційних служб на проведення земляних робіт. Розробка котловану виконується з улаштуванням відкосів зі співвідношенням 1:0,75 для ґрунтів II категорії. Кут відкосу приймається рівним 60°.

До керування землерийними машинами допускаються лише працівники, які пройшли спеціальне навчання та склали відповідний іспит. Екскаватори повинні бути обладнані звуковою сигналізацією та встановлені на підготовлених майданчиках із закріпленими упорами для запобігання самовільному переміщенню.

Завантаження ґрунту в автосамоскиди дозволяється виконувати тільки з боку заднього або бокового борту. Під час завантаження перебування людей між екскаватором і транспортним засобом категорично забороняється. У межах небезпечної зони роботи землерийних машин перебування сторонніх осіб не допускається.

Відстань від бровки відкосу до осі руху машин визначається за розрахунком:

$$L_1 = 0.5 + \frac{B}{2} = 0.5 + \frac{3.1}{2} = 2.05 \quad (4.5)$$

де:

$B = 3.1\text{ м}$ — ширина колії машини.

Загальна відстань визначається за формулою:

$$L = L_1 + H \left(\frac{1}{\tan \varphi} - \frac{1}{\tan 60^\circ} \right) \quad (4.6)$$

де: $\varphi = 25^\circ$ — кут відкосу;

$H = 6\text{ м}$ — глибина котловану.

Після підстановки значень отримуємо:

$$L = 2.05 + 6 \left(\frac{1}{0.46} - \frac{1}{1.7} \right) = 11 \text{ м}$$

Отже, мінімальна безпечна відстань від бровки котловану до осі руху машин повинна становити 11 м.

4.2.3 Розрахунок стропів

Однією з основних умов безпечного виконання монтажних робіт є правильний підбір вантажопідйомного обладнання, стропів, захватів та інших такелажних пристроїв. Для піднімання та переміщення будівельних конструкцій використовуються стропи, які повинні відповідати необхідній вантажопідйомності та бути перевірені на міцність.

Розрахунок зусилля в одній вітці стропа виконується за формулою:

$$S = \frac{Q}{n \cdot \cos \alpha \cdot k} \quad (4.7)$$

де: $Q = 6\text{ т}$ — маса найбільш важкої конструкції;

$n = 4$ — кількість віток стропа;

$\alpha = 45^\circ$ — кут нахилу стропів до вертикалі;

$k = 0.45$ — коефіцієнт нерівномірності натягу.

Після розрахунку отримуємо:

$$S = \frac{6}{4 \cdot 0.7 \cdot 0.45} = 4.76 \text{ т}$$

Розривне зусилля стропа визначається за формулою:

$$S_p = k \cdot S = 4.76 \cdot 4.5 = 21.42 \text{ т}$$

де: $k = 4.5$ — коефіцієнт запасу міцності.

Таким чином, обрані стропи повинні витримувати навантаження не менше 21,42 т.

Під час роботи вантажопідіймального крана необхідно обмежити доступ сторонніх осіб у межі небезпечної зони. Небезпечна зона визначається відповідно до вимог чинних нормативних документів і позначається попереджувальними знаками безпеки згідно з ДСТУ ISO 3864.

Також необхідно враховувати, що сумарна маса вантажу разом зі стропами, траверсами та іншими допоміжними пристроями не повинна перевищувати допустиму вантажопідйомність крана при заданому вильоті стріли.

4.2.4 Розрахунок заземлення

Електропостачання будівельного майданчика здійснюється від міської електромережі за трижильною схемою через повітряну лінію електропередач. Лінія монтується на дерев'яних або металевих опорах, а висота підвісу проводів становить:

$$h = 4.5 \text{ м}$$

Для забезпечення електробезпеки працівників та захисту обладнання передбачається улаштування заземлення.

Як заземлювачі використовуються сталеві труби:

- діаметр $d = 50 \text{ мм}$;
- довжина $L = 3 \text{ м}$.

Опір заземлювального пристрою повинен відповідати нормативному значенню:

$$R \leq 4 \text{ Ом}$$

Заземлювачі з'єднуються сталевією смугою перерізом не менше 48 мм^2 , яка прокладається на глибині не менше $0,5 \text{ м}$.

Глибина розташування центра заземлювача визначається:

$$H = h + \frac{l}{2} = 0.8 + \frac{3}{2} = 2.3 \text{ м}$$

Ширина сталевією смуги приймається $40\text{--}50 \text{ мм}$, товщина — $4\text{--}7 \text{ мм}$.

Опір одного трубчастого заземлювача визначається за формулою:

$$R_{\text{тр}} = 0.366 \frac{\rho}{l} \left(\ln \frac{2l}{d} + 0.5 \ln \frac{4H+l}{4H-l} \right) \quad (4.8)$$

де: $l = 300 \text{ см}$;

$d = 5 \text{ см}$;

$\rho = 7000 \text{ Ом} \cdot \text{см}$ — питомий опір суглинку;

$H = 230 \text{ см}$.

Після підстановки значень:

$$R_{\text{тр}} = 19 \text{ Ом}$$

Необхідна кількість труб визначається:

$$n = \frac{R_{\text{тр}} \cdot K_c}{R_3 \cdot \eta_{\text{тр}}}$$

де:

$K_c = 1.8$ — коефіцієнт сезонності;

$R_3 = 4 \text{ Ом}$;

$\eta_{\text{тр}} = 0.85$ — коефіцієнт використання труб.

Після обчислення отримуємо:

$$n = \frac{19 \cdot 1.8}{4 \cdot 0.85} = 4.4$$

Приймаємо 4 заземлювальні труби.

Опір з'єднувальної смуги визначається за формулою:

$$R_{\text{смуги}} = 0.366 \frac{\rho}{l_{\text{смуги}}} \ln \frac{2l_{\text{смуги}}^2}{h \cdot b \cdot \eta_{\text{смуги}}}$$

Довжина смуги:

$$l_{\text{смуги}} = 1.05 \cdot d \cdot n = 1.05 \cdot 3 \cdot 4 = 12 \text{ м}$$

Після розрахунку:

$$R_{\text{смуги}} = 4.2 \text{ Ом}$$

Фактичний опір заземлювального пристрою:

$$R_3 = \frac{R_{\text{тр}} \cdot R_{\text{смуги}}}{R_{\text{тр}} + R_{\text{смуги}}} = \frac{4.2 \cdot 4}{4.2 + 4} = 3.95 \text{ Ом}$$

Оскільки отримане значення $R_3 = 3.95 \text{ Ом}$ не перевищує нормативне значення 4 Ом , система заземлення відповідає вимогам електробезпеки.

4.3 Пожежна безпека

4.3.1 Визначення категорії виробництва за вибухопожежною небезпекою (відповідно до ДСТУ Б В.1.1-36:2016)

Під час розроблення генерального плану будівництва необхідно забезпечити не лише раціональну організацію робіт, а й дотримання вимог пожежної та санітарної безпеки. Для цього передбачаються нормативні санітарні розриви, правильне функціональне зонування території та безпечні відстані між будівельним майданчиком і житловими чи громадськими будівлями.

При плануванні території обов'язково враховується напрямок переважаючих вітрів. Об'єкти з підвищеною вибухопожежною небезпекою рекомендується розташовувати з підвітряного боку відносно основної частини будівельного майданчика, що дозволяє зменшити ризик поширення продуктів горіння та диму в разі пожежі.

Для забезпечення можливості оперативного реагування пожежно-рятувальних підрозділів передбачається облаштування зручних під'їзних шляхів до всіх споруд та виробничих зон. Крім цього, на етапі розробки будгенплану враховується забезпечення об'єктів водою для потреб пожежогасіння шляхом підключення до постійного або тимчасового водопроводу. Монтаж доріг і інженерних мереж повинен бути виконаний до початку основних будівельно-монтажних робіт.

На території будівельного майданчика передбачено склади арматури, залізобетонних конструкцій та інших матеріалів. Згідно з чинними нормами вони належать до об'єктів III ступеня вогнестійкості.

4.3.2 Визначення ступеня вогнестійкості будівлі або споруди

Відповідно до вимог ДБН В.1.1-7:2002 «Пожежна безпека об'єктів будівництва», вогнестійкість будівлі визначається здатністю її конструкцій

витримувати вплив високих температур під час пожежі зі збереженням несучої здатності та функціональних властивостей протягом установленого часу.

Ступінь вогнестійкості залежить від таких факторів:

- функціонального призначення будівлі;
- категорії вибухопожежної небезпеки;
- поверховості;
- будівельного об'єму;
- наявності автоматичних систем пожежогасіння.

У даному проєкті розглядається насосна станція, яка за класифікацією належить до II ступеня вогнестійкості та категорії В за вибухопожежною небезпекою.

Для забезпечення пожежогасіння приймається витрата води на одну пожежу:

$$q = 7 \text{ л/с}$$

У приміщеннях насосної станції передбачається система внутрішнього протипожежного водопроводу. Пожежні крани встановлюються у доступних і добре помітних місцях — біля входів, у коридорах та на шляхах евакуації.

4.3.3 Протипожежні заходи

Для запобігання виникненню та поширенню пожежі на будівельному майданчику передбачено комплекс організаційних і технічних заходів.

Територія забезпечується вільними під'їзними шляхами для пожежної техніки. Також прокладається тимчасовий пожежний водопровід із пожежними гідрантами, які встановлюються на відстані 2,5 м від краю дороги з кроком не більше 100 м.

Висота підвісу проводів повинна становити:

- не менше 2,5 м над робочими місцями;
- 3,5 м над пішохідними проходами;
- 6 м над транспортними проїздами.

У випадку прокладання електропроводки на висоті менше 2,5 м вона повинна бути захищена металевими трубами або коробами для запобігання механічним пошкодженням і виникненню пожежі.

Відповідальність за забезпечення пожежної безпеки на будівельному майданчику покладається на керівника робіт — виконроба або головного інженера. Для оперативного виклику пожежно-рятувальної служби організовується телефонний зв'язок із постійним доступом.

Діаметр тимчасового протипожежного водопроводу приймається:

$$d = 100 \text{ мм}$$

На території будівельного майданчика облаштовується спеціально відведене місце для паління, обладнане навісом, лавкою та урнами для недопалків. Це дозволяє зменшити ризик випадкового займання.

Місця встановлення пожежних гідрантів, пожежних щитів та іншого інвентарю позначаються на будівельному генеральному плані.

Пожежні щити комплектуються первинними засобами пожежогасіння:

- лопатами;
- баграми;
- пожежними відрами;
- вогнегасниками.

Щити фарбуються у червоний колір та встановлюються у доступних і добре помітних місцях.

4.3.4 Необхідна кількість і типи вогнегасників

На будівельному майданчику передбачається облаштування спеціальної зони для зберігання протипожежного інвентарю.

У межах проєкту використовуються вогнегасники типу ОХП-10, які призначені для гасіння пожеж:

- класу А — горіння твердих речовин;
- класу В — горіння легкозаймистих рідин.

У якості вогнегасної речовини застосовується хімічна або повітряно-механічна піна.

У приміщенні виконробської встановлюються:

$$n = 2 \text{ шт}$$

вогнегасники типу ОХП-10, а також пожежний щит із комплектом первинних засобів пожежогасіння.

Таке оснащення забезпечує можливість оперативного реагування у випадку займання та сприяє локалізації пожежі до прибуття пожежно-рятувальних підрозділів.

ВИСНОВОК

1. У розділі розглянуто основні виробничі небезпеки та шкідливі фактори, що можуть виникати під час виконання будівельно-монтажних робіт;
2. Запропоновано комплекс заходів щодо усунення або зниження цих факторів;
3. Розроблено заходи по техніці безпеки при виконанні будівельно-монтажних робіт;
4. Розроблено заходи щодо забезпечення пожежної безпеки на об'єкті будівництва.

ВИСНОВКИ

1. У процесі виконання бакалаврської роботи було проведено гідравлічний розрахунок виробничо-побутової каналізаційної мережі. Побудовано поздовжні профілі головного та бокового колекторів, за допомогою яких здійснюється транспортування стічних вод до очисних споруд. Також виконано гідравлічний розрахунок дощової каналізаційної мережі та побудовано відповідний поздовжній профіль.
2. Значну увагу приділено питанням приймання побудованих мереж в експлуатацію. У роботі визначено основні параметри та вимоги, необхідні для перевірки технічної готовності систем водовідведення до введення їх у роботу.
3. У роботі розглянуто сучасні технології санації трубопроводів мереж водовідведення. Аналіз безтраншейних методів ремонту показав, що широкий вибір технологій дозволяє підібрати найбільш ефективний спосіб реконструкції залежно від технічного стану трубопроводів та умов їх експлуатації.
4. Окремий розділ присвячений питанням охорони праці. У ньому розглянуто основні виробничі небезпеки та шкідливі фактори, що можуть виникати під час виконання будівельно-монтажних робіт, а також запропоновано комплекс заходів щодо їх усунення або зниження. Реалізація цих заходів сприяє запобіганню виробничому травматизму, професійним захворюванням, пожежам та аварійним ситуаціям на будівельному майданчику.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Кліматичні умови Харківської області - Харківський Рекреолог [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://recreation.at.ua/index/klimatichni_umovi_kharkivskoj_i_oblasti/0-12 (дата звернення 01.03.2025). – Назва з екрана.
2. Обухов Є.В. Показники забезпеченості населення України водними ресурсами на початку 2019 року / Обухов Є.В // Гідроенергетика України: – № 1-2. – 2019. С. 31–35.
3. Яцик А.В. Водні ресурси: використання, охорона, відтворення, управління / Яцик А.В., Грищенко Ю.М., Волкова Л.А.: підручник для студентів вищих навч. закладів. – Київ: Генеза, 2007. – 360 с.
4. Обухов Є.В. Сучасні показники забезпечення населення України водними ресурсами / Обухов Є.В // Український гідрометеорологічний журнал, 2011: – № 8. – С. 176–181.
5. Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування : ДБН В.2.5 – 74:2013 / Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України. – Київ, 2013. – 287 с..
6. Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування: ДБН В.2.5 – 75:2013 / Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України. – Київ, 2013. – 210 с.
7. Посібник з проектування і будівництва. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://elplast.com.ua/download/pos_vodovidved_ukr.pdf. (дата звернення 01.04.2025). – Назва з екрана.
8. ВСН 63-76. Інструкція з розрахунку зливого стоку води з малих басейнів. – [Чинний від 1976–12–01]. – Київ : Держспоживстандарт

- України, 2007. – 47 с. – (Система стандартів з інформації, бібліотечної та видавничої справи).
9. 9. Насосы Flygt 3153, 3171, 3202 и 3301серии N - SU GROUP. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.sugroup.com.ua/files/Flygt_Broshuri_Ru/2168940.pdf. (дата звернення 04.04.2025). – Назва з екрана.
 10. [Офіційний портал Верховної Ради України \[Електронний ресурс\]](https://zakon.rada.gov.ua). – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua>. Інструкція обліку та класифікації аварій на міських водопровідних та каналізаційних системах. КДІ 204-12, Укр. 213-92: Держжитлокомунгосп України; Наказ, Інструкція від 16.12.1992 № 71. (дата звернення 06.04.2025). – Назва з екрана.
 11. Про затвердження Правил технічної експлуатації систем водопостачання та водовідведення населених пунктів України: Наказ Державного комітету України по житлово-комунальному господарству від 5 липня 1995 року N 30 // Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 21 липня 1995 р. за N 231/767.
 12. НПАОП 41.0-1.01-79. Правила техніки безпеки при експлуатації систем водопостачання та водовідведення населених місць. [Чинний від 1977–10–04]. – М: Мінжитлокомунгосп РРФСР, 1979. – 136 с. – (Система стандартів з інформації, бібліотечної та видавничої справи).
 13. Душкін С.С. Надійність водопроводно-каналізаційних систем: конспект лекцій / Душкін С.С., Дегтяр М.В. – Харків, ХНУМГ вид. О.М. Бекетова, 2015,-115 с.
 14. Орлов В.О. Обладнання та експлуатація систем водопостачання і водовідведення: навч. посібник. В.О. Орлов, Л.Л. Литвиненко, О.М. Квартенко. – Рівне: НУВГП, 2011. – 288 с.
 15. Алейнікова А.І. Розрахунок ефективності впровадження моніторингу стійкого функціонування комплексу каналізаційних мереж і споруд. /

- А.І. Алейнікова, Б.С. Сорокін, В.Ю. Сорокіна // Науковий вісник будівництва. – Харків: ХНУБА, ХОТВ АБУ, 2021. - Том 105, №3. - С.51-58.
- 16.Епоян С.М. Технологія безтраншейної реновації трубопроводів водовідведення методом спіральної навивки / С.М. Епоян, В.Ю. Сорокіна, О.Г. Ісакієва, О.Г. Гайдучок // Науковий вісник будівництва. – Харків: ХНУБА, ХОТВ АБУ, 2021. – Том 104, № 2 – С.278-283.
- 17.Закон України про охорону праці. Офіц. видання. – Київ.: 2025.
- 18.Державні нормативні акти з охорони праці. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://dnop.com.ua>. (дата звернення 04.05.2025). – Назва з екрана.
- 19.Охорона праці і промислова безпека в будівництві. Основні положення: ДБН А.3.2.-2-2009 / Науково-дослідний інститут будівельного виробництва (НДІБВ). – Київ, 2012. – 250 с.