

**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 МІСТА ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ»

Виконав: здобувач освіти 4-го курсу,
групи ЦІ 2022-2
спеціальності 192 "Будівництво та цивільна
інженерія",
освітня програма «Цивільна інженерія»

Кофанов О.Г.

Керівник доц. **Лукашенко С.В.**

Рецензент доц. **Тітов А.А.**

Харків - 2026 року

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА
ІМЕНІ О.М. БЕКЕТОВА

Факультет Навчально-науковий інститут будівництва, землеустрою та цивільної інженерії

Кафедра Водопостачання, водовідведення і очищення вод

Рівень вищої освіти Перший (бакалаврський)

Спеціальність 192 "Будівництво та цивільна інженерія"

Освітня програма Цивільна інженерія

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ВВіОВ

[Підпис] проф. Карагяур А.С.

“ _____ ” _____ 2026 року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ОСВІТИ

Кофанов Олег Григорович

(Прізвище, ім'я, по-батькові)

1. Тема проекту (роботи)

Система водовідведення міста Харківської області

керівник проекту (роботи) *Лукашенко Сергій Вікторович, к.т.н., доцент*

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

затверджені наказом по університету від „26” травня 2026 р. № 447-03

2. Строк подання здобувачем роботи 18 червня 2026 р.










3. Вихідні дані до роботи

Ситуаційний план міста, яке розташоване в Харківській області. Щільність населення 135, 190 та 220 чол. на 1 га, норма водовідведення складає 145, 170 та 340 л/(чол.·добу) відповідно. Глибина промерзання 1,2 м. Залягання ґрунтових вод – 5,0 м. В місті існує два промислових підприємства: шкіряний завод (робітники – 2500 чол., виробничі стічні води – 3500 м³/добу) та молокозавод (робітники – 4500 чол., виробничі стічні води – 3500 м³/добу). Скид стічних вод передбачити в річку Сіверський Донець.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які належить розробити) *Вступ. Розділ 1. Загальні відомості. Розділ 2. Технологічна частина Розділ 3 Організація експлуатації системи. Розділ 4 Охорона праці*

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) *1. Генплан міста; 2. Повздовжні профілі колекторів виробничо-побутової та дощової мереж водовідведення; 3, 4. Каналізаційна насосна станція (плани, розрізи); 5, 6. Організація експлуатації системи*

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 26 травня 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

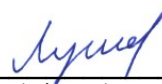


(підпис)

Кофанов О.Г.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи



(підпис)

Лукашенко С.В.

(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ:

	стор.
ВСТУП	5
1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ	6
1.1 Особливості природних умов і клімату Харківської області	6
1.2 Забезпеченість водними ресурсами та їх раціональне використання	8
1.3 Екологічна характеристика поверхневих вод Харківської області та особливості відведення й очищення стічних вод	9
1.4 Обґрунтування прийнятих рішень проекту	10
2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	12
2.1 Виробничо-побутова мережа водовідведення міста	12
2.2 Дощова каналізаційна мережа	22
2.3 Каналізаційна насосна станція	29
3 ОРГАНІЗАЦІЯ ЕКСПЛУАТАЦІЇ СИСТЕМИ	38
3.1 Мета діяльності, основні функції та завдання міського комунального підприємства	38
3.2 Організація системи контролю і планово-попереджувальних робіт комунальним підприємством	40
3.3 Правила техніки безпеки при експлуатації систем водовідведення	43
3.4 Експлуатація насосної станції	45
3.5 Санація мереж водовідведення	49
4 ОХОРОНА ПРАЦІ	64
4.1 Виробнича санітарія	64
4.2 Техніка безпеки	68
4.3 Пожежна безпека	72
ВИСНОВКИ	76
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	77

ВСТУП

Обсяг пояснювальної записки – 78 сторінок, таблиць – 10, рисунків – 5, літературних джерел – 18.

СТІЧНІ ВОДИ, ВОДОВІДВІДНА МЕРЕЖА, ГОЛОВНА НАСОСНА СТАНЦІЯ

Метою даної роботи є розробка комплексу споруд, призначеного для збору та відведення стічних вод, які утворюються в межах міста.

У кваліфікаційній роботі розв'язано питання відведення господарсько-побутових, дощових та виробничих стічних вод міста, розташованого у Харківському регіоні відповідно з нормативними вимогами. Проведено гідравлічні розрахунки мережі водовідведення і виконані розрахунки каналізаційної насосної станції.

Проектування цієї системи сприятиме підвищенню рівня життя у населеному пункті та покращенню екологічного стану довкілля.

Водовідведення являє собою комплекс інженерних споруд і санітарно-технічних заходів, призначених для своєчасного Приймання та збирання стічних вод, що надходять з територій населених пунктів і промислових виробництв, їх оперативного відведення за межі міста та подальшого транспортування на очищення, знезараження й утилізацію.

Для забезпечення охорони навколишнього середовища та запобігання забрудненню водних об'єктів стічними водами необхідно комплексно підходити до вирішення проблем обробки стічних вод. Проектування споруд для переміщення та очищення стоків повинно здійснюватися виключно на основі технічно достовірних розрахунків, виконаних відповідно до прийнятих методик.

1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

1.1 Особливості природних умов і клімату Харківської області

Харківська область знаходиться на північному сході України в межах лісостепової та степової фізико-географічних зон і займає південно-західну частину Середньоруської височини. За природно-кліматичними умовами територію області поділяють на дві частини: лісостепову, до якої належать центральні, північні та західні райони, і степову, що охоплює південні та східні райони.

Область межує з Луганською, Донецькою, Дніпропетровською, Полтавською та Сумською областями України, а також із Білгородською областю Російської Федерації. Площа території Харківської області становить 31,415 тис. км². Місцевість характеризується переважно хвилястим рівнинним рельєфом із незначним ухилом у південно-західному напрямку до басейну Дніпра та у південно-східному напрямку до басейну Дону. Північно-східну частину області займає Середньоруська височина, а південну – відроги Донецького кряжа. Найвищі ділянки розташовані на півночі області, а найнижчі – у долинах річок на лугових терасах. Перепад висот на території області становить 177 м: мінімальна висота складає 59 м у долині Сіверського Дінця на межі Харківської та Донецької областей, а максимальна – 236 м у відрогам Середньоруської височини поблизу Золочева.

Клімат Харківської області помірно-континентальний. Рівень континентальності зростає у напрямку з північного заходу на південний схід. Формування клімату відбувається під впливом трьох основних факторів: сонячної радіації, циркуляції атмосферних мас та характеру підстильної поверхні. Місто Харків розташоване приблизно на одній широті з Києвом і Москвою, однак клімат тут більш континентальний: зими холодніші, а літо спекотніше. Територія міста знаходиться поблизу межі степової та лісостепової зон, тому випаровуваність у теплий період року часто перевищує кількість атмосферних опадів.

Важливий вплив на кліматичні умови має географічне положення. Харків розташований поблизу 50° північної широти, що відповідає помірному кліматичному поясу. Відсутність поблизу значних водойм зумовлює слабкий пом'якшувальний вплив на клімат, проте повітряні маси з Чорного та Середземного морів, а також Атлантичного океану можуть проникати на територію області за певних напрямків вітру. Територія області відкрита для переміщення повітряних мас із різних напрямків, що спричиняє значні річні коливання температур.

Для клімату Харківської області характерне поступове підвищення середньорічних температур із півночі на південь. Найхолоднішою є північно-східна частина області, тоді як південно-східна відзначається вищими температурами. Річний хід температур має чітко виражений континентальний характер: найнижчі середньомісячні температури спостерігаються у січні, а найвищі – у липні. Амплітуда екстремальних температур може досягати близько 80°C – від -40°C до $+40^{\circ}\text{C}$. Середня температура січня становить $-5\dots-7^{\circ}\text{C}$, а липня – $+21\dots+22^{\circ}\text{C}$.

Рельєф міста Харкова також впливає на мікрокліматичні умови. Місто розташоване на п'яти пагорбах, а перепад висот між найвищими та найнижчими точками перевищує 115 м. Узимку холодне повітря переміщується в долини річок, що спричиняє локальне зниження температури. Центральна частина міста через щільну забудову зазвичай тепліша за околиці, а південні райони мають дещо вищі температури порівняно з північними.

Територія Харківської області належить до району з достатнім рівнем зволоження. Середньорічна кількість опадів становить 450–500 мм. Максимальна кількість опадів припадає на липень і становить близько 70–75 мм, а мінімальна – на лютий, приблизно 25–30 мм. У зимовий період превалюють такі тверді опади як сніг, хоча можливі й дощі. Розподіл опадів протягом року є відносно рівномірним, однак найбільша їх кількість спостерігається в літні місяці через активне випаровування та розвиток конвективних процесів.

Для Харківщини характерна значна хмарність протягом року. Найменша кількість хмарних днів спостерігається у серпні та вересні, а найбільша – у листопаді й грудні. Влітку похмура погода є нетривалою та трапляється рідко. Тумани можливі будь-коли, проте найчастіше виникають восени та взимку. У середньому за рік у Харкові спостерігається близько 60 днів із туманами. Взимку можливі хуртовини, ожеледь та ожеледиця, які можуть спричиняти пошкодження ліній електропередач, дерев та будівель.

Харківська область приблизно порівну поділяється на степову та лісостепову кліматичні підзони. Лісистість території становить близько 11 %. Ліси переважно зосереджені у долинах річок та на їх правих берегах. У посушливі періоди деякі малі річки можуть пересихати. Через територію області проходить кліматична вісь Воейкова, яка впливає на формування вітрового режиму в зимовий період. На північ від цієї осі переважають теплі та вологі західні й південно-західні вітри, а на південь – сухі та холодні східні й південно-східні повітряні потоки. У теплий період року вплив осі Воейкова послаблюється, і переважають західні вітрюгани [1].

1.2 Забезпеченість водними ресурсами та їх раціональне використання

Водні ресурси являють собою поверхневі та підземні води, які придатні для використання у господарстві. Частина водокористувачів, зокрема промисловість, сільське та міське господарство, здійснює безповоротний забір води з водних об'єктів і водоносних горизонтів. Інші галузі користуються не самою водою, а її енергетичним потенціалом, водну поверхню чи водойми в цілому, як це відбувається у водному транспорті, гідроенергетиці та рибному господарстві.

На території Харківської області налічується більше 30 озер загальною площею приблизно 2,5 тис. га. Найбільша кількість озер розташована в долині Сіверського Донця. Переважно вони мають річкове походження, витягнуту форму та невелику глибину, яка в середньому становить 2–3 м. Найбільшим озером є Лиман, розташований поблизу селища Лиман Зміївського району. Його довжина становить 7,5 км, ширина – 2,7 км, а середня глибина сягає 2 м. Озеро

використовується як джерело водопостачання Зміївської ГРЕС, а також є базою для функціонування рибогосподарського комплексу. Серед інших озер особливо виділяються своєю природною красою озера Борове та Біле.

Крім природних водойм, на території області створено близько 2000 штучних ставків з загальною площею більше 6 тис. га. Близько 75 % водних ресурсів області належить до басейну річки Дон. Основним водотоком регіону є Сіверський Донець, що належить до басейну Дон і є його правою притокою. Харківська область є однією з найбільших областей України за площею, чисельністю населення та рівнем розвитку господарського комплексу. Вона є важливим промисловим центром держави, у якому представлені майже всі основні сектори економіки [2].

1.3 Екологічна характеристика поверхневих вод Харківської області та особливості відведення й очищення стічних вод

Однією з найбільш актуальних екологічних проблем Харківської області є забруднення поверхневих водних об'єктів стічними та зливовими водами. Основною причиною цього є скидання у водойми недостатньо очищених або неочищених стічних вод після проходження очисних споруд. Така ситуація виникає через поганий технічний стан очисних споруд, порушення технологічних режимів очищення стічних вод.

Оцінювання якості водних ресурсів області здійснюється шляхом аналізу хімічних показників із подальшим порівнянням їх значень із гранично допустимими концентраціями (ГДК) та фоновими характеристиками. Харківський регіональний центр з гідрометеорології постійно проводить дослідження щодо вмісту забруднюючих речовин у поверхневих водах області.

Результати нещодавніх досліджень показали, що у річці Вовча поблизу села Землянки показники якості поверхневих вод відповідали нормативам для рибогосподарських водойм.

У річці Лопань поблизу села Козача Лопань були зафіксовані перевищення нормативних значень спостерігалось за показником вмісту сульфатів. Подібна

ситуація була зафіксована і для річки Уди поблизу села Окоп, де також виявлено перевищення нормативів за вмістом сульфатів. У водах річки Сіверський Донець нижче каналу Дніпро–Донбас спостерігалось перевищення нормативних показників за вмістом амонійного азоту, БПК₅ та сульфатів [3].

На основі проведеного аналізу можна зробити висновок, що охорона водних ресурсів є одним із пріоритетних напрямів екологічної політики. Вода є надзвичайно цінним природним ресурсом, тому її збереження потребує комплексного підходу та спільних дій екологів, органів державної влади і громадськості. Охорона водних ресурсів повинна включати правові, організаційні, екологічні, технологічні, економічні, наукові та соціальні заходи. Недостатній рівень забезпечення населення Харківської області підземними джерелами водопостачання, а також обмежені фінансові можливості розвитку водогосподарського комплексу області потребують системного та послідовного впровадження сучасних принципів раціонального використання водних ресурсів.

1.4 Обґрунтування прийнятих рішень проекту

Перед вибором схеми каналізування необхідно детально проаналізувати рельєф території міста та визначити границі басейнів каналізування, які формуються природними водорозділами.

У даній кваліфікаційній роботі прийнята повна роздільна система водовідведення. Схема каналізування обрана відповідно до рельєфу місцевості та є пересіченою, при якій виробничо-побутова і дощова мережі перетинається.

Проектування виробничо-побутової мережі розпочинається з поділу території міста на окремі басейни каналізування, межами яких виступають природні умовні водорозділи. У випадку рівнинного рельєфу або незначного одноманітного ухилу місцевості визначається можливість максимального охоплення території самопливною мережею.

Трасування мережі здійснюється з урахуванням рельєфу місцевості, геологічних та гідрогеологічних умов, а також значною мірою залежить від місця

розташування очисних споруд. Початковим етапом трасування є нанесення на план головного колектора, який прокладають по найнижчих ділянках місцевості. Після цього проєктуються вуличні та районні колектори. Їх розташовують таким чином, щоб забезпечити найкоротший шлях транспортування стічних вод та організувати їх самопливне надходження до головного колектора.

За нормальних ґрунтів і рельєфу максимальна глибина закладання водовідвідної мережі у разі застосування відкритого способу виконання робіт допускається в межах 7–8 м. У місцях, де через особливості рельєфу колектори мають значне заглиблення, передбачаються насосні станції для перекачки стічних вод. Її розташування визначається під час виконання розрахунків елементів мережі.

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Виробничо-побутова мережа водовідведення міста

2.1.1 Розрахунок витрат стічних вод

А) Від житлових кварталів

Для визначення розрахункової витрати стічних вод насамперед знаходять площі житлових кварталів у гектарах та наносять їх на генеральний план міста. Після цього на плані проєктують виробничо-побутову мережу водовідведення. Далі виконують розрахунок бокових і головного колекторів, попередньо поділивши їх на окремі розрахункові ділянки. Розрахункові витрати стічних вод для кожної ділянки визначають як суму попутних, транзитних, бокових та зосереджених витрат. Розрахунок витрат здійснюється на основі розрахункової чисельності населення міста.

Розрахункову кількість населення визначають за формулою:

$$N_p = F \cdot P \cdot \beta, \text{ чол.} \quad (2.1)$$

де: F – площа житлових кварталів, га;

P – щільність населення, чол/га;

β – коефіцієнт, що враховує наявність будівель громадського призначення в межах житлового кварталу, $\beta = 0,8-0,9$.

Середні витрати побутових стічних вод від населення міста визначають за такими залежностями:

Середньодобова витрата:

$$Q_{сер.доб} = \frac{nN_p}{1000}, \text{ м}^3/\text{добу}; \quad (2.2)$$

Середньогодинна витрата:

$$Q_{сер.год} = \frac{nN_p}{24 \cdot 1000}, \text{ м}^3/\text{ГОДИНУ}; \quad (2.3)$$

Середньосекундна витрата:

$$q_{сер.с} = \frac{nN_p}{24 \cdot 3600}, \text{ л/с}, \quad (2.4)$$

де n – норма водовідведення, л/(чол·доб).

При проєктуванні систем каналізування при виконанні розрахунків питоме водовідведення побутових стічних вод від житлових територій вважається рівним питомому середньодобовому споживанню води без урахування витрат води на полив газонів та улиць.

Усі отримані результати розрахунків середніх витрат стічних вод зводять до таблиці 2.1.

Б) Витрати від промисловості

1. Наведемо коротку характеристику наших промислових підприємств.

а) Підприємство №1 – «Шкіряний завод»

Об'єм виробничих стічних вод становить 2500 м³/добу. Загальна кількість працівників – 3500 осіб, із них 35 % працюють у гарячих цехах. Розподіл працівників за змінами становить: I зміна – 45 %, II зміна – 30 %, III зміна – 25 % від загальної чисельності. Частка працівників, які користуються душем, складає 45 %. Концентрація забруднюючих речовин у стічних водах: завислі речовини – 180 мг/л, БПКповн. – 250 мг/л.

б) Підприємство №2 – «Молокозавод»

Кількість виробничих стічних вод складає 4500 м³/добу. Загальна чисельність працівників – 3500 осіб, із них 25 % працюють у гарячих цехах. Розподіл працівників за змінами: I зміна – 45 %, II зміна – 30 %, III зміна – 25 %. Душем користуються 45 % працівників. Вміст забруднюючих речовин у стічних водах становить: завислі речовини – 280 мг/л, БПКповн. – 350 мг/л.

2. Зосереджені витрати від промислових підприємств, розташованих поблизу розрахункових ділянок, визначають за формулою:

$$3. \quad q^{mn} = q_{тех} \cdot q_{поб} \cdot q_{душ}, \text{ л/с.} \quad (2.5)$$

Розрахункову витрату технологічних стоків визначають за наступною формулою:

$$q_{тех} = \frac{Q_{зм} K_{год}}{8 \cdot 36}, \text{ л/с,} \quad (2.6)$$

де: $Q_{зм}$ – об'єм технологічних стоків за 1 зміну;

$K_{год}$ – коефіцієнт годинної нерівномірності.

Таблиця 2.1 - Визначення середніх витрат стічних вод від житлових кварталів міста

№№ розрахункових ділянок	№№ житлових кварталів, що визначають бокові і попутні витрати, які надходять у головний колектор		Розрахункове населення			Питоме середньодобове (за рік) водовідведення, м ³ /доб	Середні витрати		
			Площа житлових кварталів, F, га	Щільність житлової забудови, P, чол/га	Число мешканців, N _p , чол		Добові Q _{доб} , м ³ /доб	Годинні Q _{год} , м ³ /год	Секундні q, л/с
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1-2	1,2	11,5	135	1242	145	180,09	7,50	2,08	
2-3	5,6	11,5	135	1242	145	180,09	7,50	2,08	
3-4	9	6,1	135	659	145	95,53	3,98	1,11	
4-5	3,7,10,12	29,5	135	3186	145	461,97	19,25	5,35	
5-6	13	10	135	1037	145	150,34	6,26	1,74	
6-7	14,23	13	135	1436	145	208,28	8,68	2,41	
7-8	28,29	13	135	1361	145	197,32	8,22	2,28	
8-9	15,16,30-33	22,6	135	2430	145	352,35	14,68	4,08	
I-II	бокові	36,37	11,5	135	1220	145	176,96	7,37	2,05
	попутні	38,39	14,6	135	1566	145	227,07	9,46	2,63
II-III	бокові	4,8,11,17-22,24-27,34,35,40-49	174	135	18727	145	2715,44	113,14	31,43
	попутні	50,61	13	135	1404	145	203,58	8,48	2,36
III-IV	бокові	51-60,62-70,72-79,84-90	236	190	35872	170	6098,24	254,09	70,58
	попутні	71,83	20	190	3101	170	527,14	21,96	6,10
IV-V	бокові	82,108	8	190	1155	170	196,38	8,18	2,27
	попутні		0	190	0	170	0,00	0,00	0,00
V-VI	бокові	80,81,91-107,109-120,122-124	225	190	34185	170	5811,42	242,14	67,26
	попутні	121,128,141,154	23	220	4048	340	1376,32	57,35	15,93
VI-VII	бокові	125-127,129-140,142-153,155-164	273	220	48030	340	16330,34	680,43	189,01
	попутні	165,178,191,204	256	220	4541	340	1543,87	64,33	17,87
VII-НС	бокові	166-177,179-190,192-203	268	220	47221	340	16055,07	668,96	185,82
Всього					213663		53087,78		

Витрата побутових стічних вод за зміну визначається за формулою:

$$Q_{зм} = \frac{25 \cdot N_1 + 45 \cdot N_2}{1000}, \text{ м}^3/\text{зміну}; \quad (2.7)$$

Секундна витрата побутових стічних вод визначається залежністю:

$$q_{поб} = \frac{25 \cdot N_1 \cdot K_1 + 45 \cdot N_2 \cdot K_2}{T \cdot 3600}, \text{ л}, \quad (2.8)$$

де: N_1, N_2 – кількість працівників у зміні відповідно в холодних та гарячих цехах; норма водовідведення становить 25 та 45 л за зміну на одного працівника [4];

K_1, K_2 – коефіцієнти годинної нерівномірності водовідведення: для цехів із значним тепловиділенням – 2,5, для інших цехів – 3,0;

T – тривалість робочої зміни, год.

Розрахункову витрату душових стічних вод визначають за кількістю душових сіток, приймаючи витрату 500 л/год на одну сітку протягом 45 хвилин після завершення зміни, за формулою:

$$q_{душ} = \frac{c \cdot 500}{3600}, \text{ л/с} \quad (2.9)$$

де: c – кількість душових сіток, яка визначається залежно від кількості працівників $N_{душ}$, що користуються душем у зміну з максимальною чисельністю персоналу, а також від нормативної кількості працівників N_c , що припадає на одну душову сітку.

Кількість душових сіток визначають за залежністю:

$$c = \frac{N_{душ}}{N_c} \quad (2.10)$$

Результати розрахунків зосереджених витрат стічних вод зводять до таблиці 2.2.

2.1.2 Визначення гідравлічних характеристик виробничо-побутової мережі водовідведення

Розрахунок самопливних каналізаційних колекторів полягає у визначенні основних параметрів роботи мережі, а саме: діаметрів трубопроводів, швидкостей руху стічних вод, нахилів труб і ступеня наповнення колекторів.

Незважаючи на те, що рух води у каналізаційній мережі є нерівномірним і відбувається в умовах несталого режиму, під час проєктування його умовно приймається як рівномірний турбулентний рух.

Гідравлічний розрахунок виконується відповідно до нормативних документів [5] на максимальну секундну витрату стічних вод із використанням таблиць і графіків, побудованих на основі для визначення швидкості руху потоку (формули Шезі):

$$V = c\sqrt{R \cdot i}, \quad (2.11)$$

де: C – швидкісний коефіцієнт;

R – гідравлічний радіус;

i – гідравлічний нахил.

Швидкісний коефіцієнт визначають за формулою Павловського:

$$C = \frac{R^y}{n_1}, \quad (2.12)$$

де: y та n_1 – коефіцієнти, значення яких наведені у нормативній літературі [4].

Гідравлічний нахил визначають за формулою Дарсі:

$$i = \frac{\lambda \cdot V^2}{8 \cdot R \cdot g}, \quad (2.13)$$

де: λ – коефіцієнт гідравлічного опору по довжині;

g – прискорення вільного падіння, m/c^2 .

2.1.3 Визначення витрат стічних вод на окремих ділянках головного колектора

Згідно з прийнятою схемою водовідведення головний колектор було розбито на окремі розрахункові ділянки, для кожної з яких виконано визначення

витрат стічних вод. Початок і кінець ділянки визначаються точками приєднання до них бокових колекторів у бік зниження рельєфу місцевості.

Під час визначення розрахункових витрат використовують поняття попутної, бокової, транзитної та зосередженої витрат.

Попутна витрата надходить від кварталів, що безпосередньо прилягають до розрахункової ділянки, по всій її довжині. Для спрощення розрахунків її умовно вважають приєднаною на початку ділянки.

Бокова витрата надходить від вище розташованих житлових кварталів через боковий колектор у початок розрахункової ділянки.

Транзитна витрата являє собою витрату стічних вод, що надходить із попередньо розрахованої ділянки мережі.

Під час визначення загальної розрахункової витрати підсумовують попутну, бокову та транзитну витрати, після чого вводять загальний коефіцієнт нерівномірності $K_{gen.max}$.

Зосереджена витрата – це витрата стічних вод від окремих промислових підприємств або інших великих водокористувачів.

Мінімальна глибина початкового закладання головного каналізаційного колектора визначається з урахуванням таких умов:

- забезпечення прокладання колектора нижче за водопровідних трубопроводів;
- врахування глибини замерзання ґрунту;
- забезпечення нормативних відстаней між водопровідними та каналізаційними мережами при їх перетинанні, яка повинна становити не менше 0,4 м;
- запобігання руйнуванню труб під тиском зовнішніх навантажень, задля чого мінімальна глибина закладання до верху труби проєтується не меншою за 0,7 м;
- забезпечення можливості приєднання бокових колекторів до головного.

Найбільша глибина закладання каналізаційних трубопроводів при відкритому способі виконання робіт визначається економічними та технічними умовами. Для скельних ґрунтів вона становить 4–5 м, для водонасичених пливунних ґрунтів – 5–6 м, а для сухих нескельних ґрунтів – 7–8 м.

Мінімальну глибину закладання визначають за формулою:

$$h_1 = h_{\text{пром}} + d_{\text{вип}} - 0,3, \quad (2.14)$$

де: $h_{\text{пром}}$ – глибина промерзання ґрунту для Харківського регіону,

$h_{\text{пром}} = 1,0$ м;

$d_{\text{вип}}$ – діаметр випуску,

$d_{\text{вип}} = 0,15$ м.

Тоді:

$$h_1 = 1,0 + 0,15 - 0,3 = 0,85 \text{ м};$$

Глибину закладання у кінці ділянки визначають за формулою:

$$h_2 = h_1 + (i \cdot l) - (z_1 - z_2) + \Delta, \quad (2.15)$$

Розрахунок:

$$h_2 = 0,85 + (0,01 \cdot 200) - (118,4 - 117,7) + 0,05 = 2,20 \text{ м},$$

Подальше визначення глибини виконується аналогічно:

$$H_1 = 2,20 + (0,007 \cdot 150) - (117,7 - 117,75) + 0 = 3,30 \text{ м}.$$

Для запобігання замулюванню каналізаційних мереж мінімальні розрахункові швидкості руху стічних вод приймаються залежно від ступеня наповнення трубопроводу h/d та діаметра труби d . Такі швидкості називаються самоочисними та визначаються згідно з нормативними документами [6].

Максимальна допустима швидкість руху стічних вод для неметалевих труб не повинна перевищувати 4 м/с.

Розрахункове наповнення трубопроводів рекомендується приймати не більше 0,75 d .

Однією з основних вимог при проектуванні водовідвідних колекторів є забезпечення мінімальних приведених витрат, тому доцільно прагнути до мінімально можливого заглиблення трубопроводів. Найбільш економічним

вважається проектування колектора з нахилом, близьким до нахилу поверхні землі. Проте нахил трубопроводу безпосередньо впливає на швидкість руху стічних вод, тому при його зменшенні необхідно перевіряти, щоб швидкість залишалась не меншою за самоочисну, а наповнення не перевищувало допустимого значення.

Під час підбору діаметрів колекторів необхідно також забезпечувати постійність або збільшення швидкостей руху стічних вод від однієї ділянки до наступної. При зміні рельєфу місцевості допускається певне зменшення швидкості, але не нижче самоочисного значення. У випадках значних нахилів місцевості, коли швидкість руху потоку може перевищувати допустиму, передбачають улаштування перепадних колодязів.

Для ділянок із малими витратами стічних вод (менше 10–12 л/с) гідравлічний розрахунок не виконують. У таких випадках приймають мінімальний діаметр трубопроводу 200 мм та нахил 0,005.

Приєднання труб різних діаметрів рекомендується виконувати в оглядових колодязях методом «шелиги в шелигу», тобто із суміщенням верхніх внутрішніх поверхонь труб.

За результатами гідравлічного розрахунку колекторів будують поздовжній профіль головного та бокових колекторів. Горизонтальний масштаб профілю приймають відповідно до масштабу генерального плану міста – 1:5000, а вертикальний – 1:100.

Позначки поверхні землі на профілі наносять із точністю до 1 см, а позначки лотків труб – до 1 мм.

Усі результати розрахунків колекторів зводять до таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Гідралічний розрахунок бокового та головного колекторів

№ розрахункової ділянки	Довжина ділянки L, м	Витрата від населення				K _{ген.макс}	Розрахункова витрата від населення, л/с	Зосереджена витрата від підприємств, Q _{пл} , л/с	Сумарна розрахункова витрата, л/с	Діаметр, d, мм	Швидкість, v, м/с	Наповнення, h/d	Нахил, i	Падіння, h=i·L	Позначка землі		Позначка лотка		Глибина закладання, м	
		Попутна, л/с	Бокова, л/с	Транзитна, л/с	Загальна, л/с										На початку	В кінці	На початку	В кінці	На початку	В кінці
БОКОВИЙ КОЛЕКТОР																				
1-2	300,0		2,08		2,08	2,500	5,21		5,21	200	0,69	0,5	0,007	2,10	117,8	116,85	114,50	112,40	3,30	4,45
2-3	350,0		2,08	2,08	4,17	2,500	10,42		10,42	200	0,69	0,5	0,005	1,75	116,85	114,95	112,40	110,65	4,45	4,30
3-4	250,0		1,11	4,17	5,27	2,478	13,07	51,69	64,76	400	0,77	0,67	0,002	0,50	114,95	115,8	110,45	109,95	4,50	5,85
4-5	870,0		5,35	5,27	10,62	2,088	22,18	51,69	73,87	400	0,79	0,75	0,002	1,74	115,8	113,05	109,95	108,21	5,85	4,84
5-6	260,0		1,74	10,62	12,36	2,053	25,38	51,69	77,07	450	0,89	0,57	0,0025	0,65	113,05	111,9	108,16	107,51	4,89	4,39
6-7	470,0		2,41	12,36	14,77	2,005	29,62	51,69	81,31	450	0,89	0,58	0,0025	1,18	111,9	111,1	107,51	106,34	4,39	4,76
7-8	270,0		2,28	14,77	17,06	1,959	33,41	51,69	85,11	450	0,9	0,6	0,0025	0,68	111,1	110,35	106,34	105,66	4,76	4,69
8-9	320,0		4,08	17,06	21,13	1,892	39,99	51,69	91,68	450	0,92	0,62	0,0025	0,80	110,35	108,75	105,66	104,86	4,69	3,89
ГОЛОВНИЙ КОЛЕКТОР																				
I-II	640,0	2,63	2,05	21,13	25,81	1,861	48,03	134,43	182,47	630	1	0,65	0,002	1,28	108,75	109,4	104,68	103,40	4,07	6,00
II-III	760,0	2,36	31,43	25,81	59,60	1,681	100,18	134,43	234,61	630	1,03	0,75	0,002	1,52	109,4	108,5	103,40	101,88	6,00	6,62
III-IV	1050,0	6,10	70,58	59,60	136,28	1,591	216,82	134,43	351,25	800	1,18	0,6	0,002	2,10	108,5	105,2	101,71	99,61	6,79	5,59
IV-V	210,0	0,00	2,27	136,28	138,55	1,590	220,30	134,43	354,73	800	1,19	0,61	0,002	0,42	105,2	105,2	99,61	99,19	5,59	6,01
V-VI	1100,0	15,93	67,26	138,55	221,74	1,570	348,13	134,43	482,57	900	1,22	0,7	0,0017	1,87	105,2	102,75	99,09	97,22	6,11	5,53
VI-VII	1200,0	17,87	189,01	221,74	428,62	1,518	650,64	134,43	785,08	1000	1,25	0,73	0,0015	1,80	102,75	101,4	97,12	95,32	5,63	6,08
VII-НС	200,00	0,00	185,82	428,62	614,44	1,493	917,36	134,43	1051,80	1200	1,25	0,7	0,0012	0,24	101,4	101	95,12	94,88	6,28	6,12

2.2 Дощова каналізаційна мережа

2.2.1 Трасування мережі і розміщення дощоприймачів

Трасування дощової каналізаційної мережі виконують з урахуванням рельєфу місцевості та характеру забудови території, розташування випусків дощових колекторів, насиченості території іншими мережами та техніко-економічних показників. Дощові колектори прокладають найкоротшим шляхом до найближчих водойм або інших місць, у які дозволяється скид дощових вод.

Дощову мережу проєктують за перпендикулярною схемою, при якій збірні колектори трасують перпендикулярно до нижньої межі площі каналізування. Це дає можливість забезпечити найкоротший шлях відведення поверхневого стоку до річок, озер, ярів або інших водоприймачів.

На вулицях і площах міста дощоприймачі розміщують у всіх понижених місцях, де відсутній вільний поверхневий стік, а також на перехрестях вулиць і проспектів у лотках проїжджої частини зі сторони притоку води. Крім того, їх встановлюють біля пішохідних переходів, в'їздів і виїздів із кварталів та мікрорайонів, а також уздовж проїжджої частини між перехрестями. Відстань між дощоприймачами визначається поздовжнім ухилом вулиць. Оскільки ухил вулиць міста становить до 0,015, відстань між дощоприймачами приймається рівною 40 м.

Спроєктовану на генеральному плані дощову мережу поділяють на окремі розрахункові ділянки. Довжину кожної розрахункової ділянки визначають між перехрестями вулиць.

Для визначення площі стоку, яка відноситься до окремих ділянок колектора, територію у межах прилеглих вулиць розбивають на окремі водозбірні площі.

2.2.2 Розрахунок витрати дощових стоків

Розрахункову витрату дощових вод визначаємо за методом максимальних інтенсивностей:

$$q_r = \frac{Z_{mid} \cdot A^{1,2} \cdot F}{t_r^{1,2n-0,1}}, \text{ л/с} \quad (2.16)$$

де: Z_{mid} – середнє значення коефіцієнта, яке характеризує поверхню басейну стоку;

F – розрахункова площа стоку, га;

A, n – параметри, які залежать від району будівництва;

t_r – розрахункова тривалість дощу, хв.

Розрахункову витрату дощових стоків для гідравлічного розрахунку дощової мережі визначають за формулою:

$$q_{cal} = q_r \cdot \beta, \text{ л/с}, \quad (2.17)$$

де β – коефіцієнт, що враховує заповнення вільного об'єму труб мережі у момент виникнення підпору; $\beta = 0,65$.

Величини A і n визначають за результатами обробки багаторічних спостережень самописних дощомірів. За відсутності таких даних параметр A визначають за формулою:

$$A = q_{20} \cdot 20^n \cdot \left(1 + \frac{\lg p}{\lg m_r}\right)^\gamma, \quad (2.18)$$

де: q_{20} – інтенсивність дощу тривалістю 20 хв при $P = 0,77$, для даного району будівництва;

P – період одноразового перевищення розрахункової інтенсивності дощу;

n – показник ступеня;

γ – показник ступеня.

Для Харківської області приймаємо:

$q_{20} = 104 \text{ л/(с} \cdot \text{га)}$; $P = 1,5$; $n = 0,7$; $\gamma = 1,54$.

Тоді:

$$A = 104 \cdot 20^{0,7} \cdot \left(1 + \frac{\lg 0,77}{\lg 83}\right)^{1,54} = 770,86.$$

Середні значення коефіцієнтів стоку для різних типів поверхонь наведені у таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Норми стоку для розрахунків різних поверхонь

№	Поверхня	Z	% поверхні
1	Дахи будинків та асфальтно-бетонне покриття доріг	0,273	30
2	Гравійні доріжки	0,273	25
3	Булижні мостові	0,145	5
4	Ґрунтові поверхні	0,064	15
5	Зелені насадження	0,038	25

Тривалість протікання дощових стоків по поверхні та трубах розраховують за формулою:

$$t_r = t_{con} + t_{can} + t_p, \text{ хв.} \quad (2.19)$$

де: t_{con} – тривалість протікання води до вуличного лотка, хв;

t_{can} – тривалість руху води по лоткам до дощоприймача, хвилини;

t_p – тривалість руху води по трубах до розрахункового перерізу, хв.

Тривалість руху дощових вод по вуличних лотках визначають за формулою:

$$t_{can} = 0,021 \sum \frac{l_{can}}{V_{can}}, \text{ хв.} \quad (2.20)$$

де: l_{can} – довжина ділянок лотків, м;

V_{can} – швидкість руху води на ділянці, м/с.

Середній коефіцієнт стоку визначають за формулою:

$$Z_{mid} = \frac{Z_1 \cdot F_1 + Z_2 \cdot F_2 + Z_3 \cdot F_3 + \dots}{F_1 + F_2 + F_3} \quad (2.21)$$

Розрахунок:

$$Z_{mid} = \frac{0,273 \cdot 30 + 0,145 \cdot 5 + 0,273 \cdot 25 + 0,064 \cdot 15 + 0,038 \cdot 25}{100} = 0,1765$$

Мінімальну глибину закладання вуличного колектора дощової мережі визначають за формулою:

$$H = h + i \cdot l + (d_{tr} - d_c), \quad (2.22)$$

де: h – глибина дощоприймача, м;

i – ухил з'єднувальної гілки, $i = 0,01$;

l – довжина з'єднувальної гілки, $l = 40$ м;

$d_{тр}$ – діаметр колектора першої ділянки;

d_c – діаметр з'єднувальної гілки, м.

У результаті розрахунку:

$$H = 1,70 \text{ м.}$$

Для дощової каналізаційної мережі наповнення труб приймають рівним одиниці. Мінімальна швидкість руху стічних вод у трубах дощової мережі при максимальному наповненні приймається такою ж, як і для побутової каналізації.

Усі результати розрахунків заносять до таблиці 2.5.

2.2.3 Влаштування трубопроводів

Матеріали, які використовуються для виготовлення трубопроводів, повинні відповідати будівельним і технологічним вимогам.

Будівельні вимоги передбачають забезпечення достатньої міцності, довговічності конструкцій та можливість індустріалізації виробництва. Технологічні вимоги включають забезпечення водонепроникності труб, високої пропускної здатності, а також стійкості до корозії та старіння матеріалу.

Для улаштування безнапірних мереж застосовують поліетиленові труби відповідно до ДСТУ EN 12201-2:2018 діаметром від 10 до 1200 мм. Поєднання труб виконують за допомогою різьби або поліфузійного зварювання.

При використанні різьбових з'єднань герметизацію різьби здійснюють за допомогою тефлонових стрічок або спеціальних герметизувальних мастик. У випадку поліфузійного зварювання утворюються однорідні герметичні з'єднання високої якості, що забезпечують надійну та довговічну експлуатацію трубопроводів.

Таблиця 2.5 - Гідравлічний розрахунок дощового колектора.

Розрахункові	Довжина ділянок $L, \text{ м}$	Площа, га			Швидкість, $V_{\text{попер}}$	Час протоку				Коеф. стоку $Z_{\text{мід}}$	$A^{1,2}$	Витрата дощових вод, $q_r, \text{ л/с}$	Розрахункова витрата, $q=q_r \cdot \beta, \text{ л/с}$	Діаметр, $d, \text{ мм}$	Швидкість, $v, \text{ м/с}$	Нахил, i	Падіння $h = i \cdot L, \text{ м}$	Позначка землі		Позначка лотка		Глибина закладання, м	
		прилегла	транзитна	усього		$t_{\text{con}} + t_{\text{can}}$	t_p	t_r	$\sum t_r$									На початку	В кінці	На початку	В кінці	На початку	В кінці
1-2	310	5,4		5,4	1,35	5,85	3,90	9,75	5,39	0,1765	2913,2	514,67	334,53	630	1,3	0,0032	0,992	121,55	120,55	119,82	118,83	1,73	1,72
2-3	310	8,1	5,4	13,5	1,45	5,85	3,63	13,39	6,82	0,1765	2913,2	¹ 017,83	661,59	800	1,42	0,0027	0,837	120,55	119,65	118,66	117,82	1,89	1,83
3-4	150	6	13,5	19,5	1,65	5,85	1,55	14,93	7,39	0,1765	2913,2	¹ 356,03	881,42	800	1,67	0,004	0,6	119,65	118,90	117,82	117,22	1,83	1,68
4-5	350	7,3	19,5	26,8	2,05	5,85	2,90	17,84	8,43	0,1765	2913,2	¹ 634,15	1062,19	800	1,72	0,0035	1,225	118,90	117,65	117,22	116,00	1,68	1,65
5-6	290	7,5	26,8	34,3	2,05	5,85	2,40	20,24	9,26	0,1765	2913,2	¹ 904,59	1237,98	1000	1,82	0,003	0,87	117,65	116,85	115,80	114,93	1,85	1,92
6-7	290	7,3	34,3	41,6	2,15	5,85	2,29	22,53	10,03	0,1765	2913,2	² 133,59	1386,83	1000	2,07	0,004	1,16	116,85	115,25	114,93	113,77	1,92	1,48
7-8	250	7,1	41,6	48,7	2,15	5,85	1,98	24,51	10,67	0,1765	2913,2	² 347,05	1525,58	1000	2,07	0,004	1	115,25	114,20	113,77	112,77	1,48	1,43
8-9	190	6,9	48,7	55,6	2,15	5,85	1,50	26,01	11,15	0,1765	2913,2	² 564,19	1666,73	1000	2,12	0,0045	0,855	114,20	113,15	112,77	111,91	1,43	1,24
9-10	450	8,5	55,6	64,1	2,25	5,85	3,40	29,41	12,21	0,1765	2913,2	² 699,33	1754,56	1000	2,23	0,0055	2,475	113,15	111,55	111,91	109,44	1,24	2,11
10-11	130	5,5	64,1	69,6	2,35	5,85	0,94	30,35	12,50	0,1765	2913,2	² 863,47	1861,25	1000	2,42	0,006	0,78	111,55	111,05	109,44	108,66	2,11	2,39
11-12	310	7,5	69,6	77,1	2,45	5,85	2,15	32,50	13,15	0,1765	2913,2	³ 015,32	1959,96	1000	2,52	0,007	2,17	111,05	110,15	108,66	106,49	2,39	3,66
12-13	190	3,2	77,1	80,3	2,45	5,85	1,32	33,82	13,54	0,1765	2913,2	³ 049,42	1982,12	1000	2,52	0,007	1,33	110,15	108,35	106,49	105,16	3,66	3,19
13-Вит	1000	0	80,3	80,3	2,45	5,85	6,94	40,76	15,54	0,1765	2913,2	² 656,11	1726,47	1000	2,22	0,0055	5,5	108,35	99,10	105,16	99,66	3,19	-0,56

2.2.4 Основи під трубопроводи

Для забезпечення надійності, стійкості та довговічності трубопроводів необхідно передбачати відповідні основи під труби. Тип основи вибирають залежно від несучої здатності ґрунту та величини навантажень, що діють на трубопровід.

Гарною основою для прокладання труб можуть бути середньо- та крупнозернисті піски, сухі супіски, гравій дрібної та великої фракції, суміші піску з галькою або щебенем, а також глинисті ґрунти та важкі суглинки за відсутності в їх товщі водоносних прошарків. Крім того, як природну основу допускається використовувати скельні та близькі до них породи.

Штучні основи застосовують у випадках прокладання трубопроводів у сухих ґрунтах, водонасичених ґрунтах із дрібного піску з домішками мулових частинок, лесових і лесовидних суглинках, неоднорідних глинистих ґрунтах, водонасичених суглинках, а також у болотистих і торф'яних ґрунтах.

У скельних ґрунтах труби укладають на піщану подушку товщиною 10 см. У водонасичених ґрунтах та пливунах, які мають низьку водовіддачу, передбачають улаштування бетонної плити та бетонного стільця.

У водонасичених ґрунтах із доброю водовіддачею трубопроводи укладають на шар гравію, щебеню або крупнозернистого річкового піску товщиною 0,15–0,20 м із влаштуванням дренажних лотків для відведення ґрунтових вод. У болотистих та торф'яних ґрунтах застосовують жорстку основу у вигляді пальового фундаменту з ростверком.

2.2.5 Ізоляція труб

Однією з основних умов довговічної експлуатації каналізаційних трубопроводів є захист їх від негативного впливу ґрунтових і стічних вод. Для цього застосовують спеціальні цементи та ізоляційні покриття.

Для захисту залізобетонних труб від агресивного середовища їх виготовляють із пуцоланових та сульфатостійких цементів із гідралічними

добавками. Ізоляція внутрішніх і зовнішніх поверхонь труб може бути жорсткою або пластичною.

До жорстких видів ізоляції належать цементна штукатурка із залізненням, торкрет-штукатурка та облицювання плиткою. До пластичних видів ізоляції відносять бітумні, обмазувальні, обклеювальні та комбіновані обмазувально-обклеювальні покриття.

Найбільш ефективним і довговічним варіантом вважається бітумно-гумова ізоляція або полімерна липка стрічка з полівінілхлориду, яка намотується на поверхню труби.

У даній бакалаврській роботі в якості основи під трубопроводи приймається шар щебеню. Для ізоляції труб використовується покриття, виготовлене на основі пуцоланових і сульфатостійких цементів із гідравлічними добавками.

2.2.6 Оглядові колодязі

На каналізаційних мережах передбачають улаштування оглядових колодязів у місцях приєднання трубопроводів, зміни напрямку мережі, зміни нахилів або діаметрів труб, а також на прямих ділянках для забезпечення зручності експлуатації та обслуговування мережі.

Залежно від призначення колодязі можуть бути вузлові, поворотні, лінійні та перепадні.

Оглядові колодязі складаються з основи, робочої камери, перекриття або перехідної частини, горловини, люка з кришкою та ходових скоб.

У сухих ґрунтах товщину основи колодязя приймають у межах від 80 до 150 мм, а при високих ґрунтових водах її визначають за результатами відповідних розрахунків.

Відстань між оглядовими колодязями на прямих ділянках залежить від діаметра трубопроводів і приймається наступною згідно таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 – Залежність відстані між колодязями від діаметра труб

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

2.3 Каналізаційна насосна станція

2.3.1 Визначення припливу стічних вод

Міську каналізаційну насосну станцію проєктують у кінцевій точці головного колектора для перекачування виробничо-побутових стічних вод міста на очисні споруди. Необхідність улаштування насосної станції виникає у ситуації, коли глибина прокладання трубопроводів досягає максимально допустимих значень або коли трубопровід проходить на значній глибині.

Каналізаційні насосні станції допускається розміщувати в межах забудованої території. Відстань від насосної станції до житлової забудови повинна становити не менше 20 м при витраті стічних вод до 50 тис. м³/добу та не менше 30 м при більшій продуктивності. По периметру території насосної станції передбачають зелені насадження половою не менше 10 м.

Для розрахунків максимальної, мінімальної та середньої витрат стічних вод складають сумарну таблицю припливу стічних вод по годинах доби до приймального резервуара насосної станції.

Розподіл побутових стічних вод за годинами зміни для холодних цехів становить відповідно: 12,5; 6,25; 6,25; 6,25; 18,75; 37,5; 6,25; 6,25 %, а для гарячих цехів — 12,5; 8,12; 8,12; 8,12; 15,65; 31,25; 8,12; 8,12 %.

Усі результати розрахунків по годинах доби заносять до таблиці 2.7.

Таблиця 2.7 - Розрахункові дані щодо припливу стічних вод у приймальний резервуар головної КНС

Години доби	Стоки													Сумарна витрата		
	Від міста		Підприємство №1					Підприємство №2					Душові стоки, м ³	м ³ /Год	%	
	%	м ³ /год	Техно-логічні стоки, м ³ /год	Побутові стоки від холодних цехів		Побутові стоки від гарячих цехів		Техно-логічні стоки, м ³ /год	Побутові стоки від холодних цехів		Побутові стоки від гарячих цехів					
				%	м ³ /год	%	м ³ /год		%	м ³ /год	%	м ³ /год	%	м ³ /год		
0-1	2	1061,76	78,125	12,5	5,33	12,5	4,31	33,75	140,625	12,5	6,15	12,5	3,08	33,75	1366,87	2,24
1-2	2	1061,76	78,125	6,25	2,67	8,12	2,80		140,625	6,25	3,08	8,12	2,00		1291,04	2,12
2-3	2	1061,76	78,125	6,25	2,67	8,12	2,80		140,625	6,25	3,08	8,12	2,00		1291,04	2,12
3-4	2	1061,76	78,125	6,25	2,67	8,12	2,80		140,625	6,25	3,08	8,12	2,00		1291,04	2,12
4-5	2	1061,76	78,125	18,75	8,00	15,65	5,39		140,625	18,75	9,23	15,65	3,85		1306,98	2,15
5-6	5.05	2680,93	78,125	37,5	16,00	31,25	10,77		140,625	37,5	18,46	31,25	7,69		2952,59	4,85
6-7	5.15	2734,02	78,125	6,25	2,67	8,12	2,80		140,625	6,25	3,08	8,12	2,00		2963,31	4,86
7-8	5.15	2734,02	78,125	6,25	2,67	8,12	2,80		140,625	6,25	3,08	8,12	2,00		2963,31	4,86
8-9	5.2	2760,56	140,625	12,5	9,60	12,5	7,75	28,13	253,125	12,5	11,07	12,5	5,54	28,13	3244,53	5,33
9-10	5.2	2760,56	140,625	6,25	4,80	8,12	5,04		253,125	6,25	5,54	8,12	3,60		3173,28	5,21
10-11	5.2	2760,56	140,625	6,25	4,80	8,12	5,04		253,125	6,25	5,54	8,12	3,60		3173,28	5,21
11-12	5.1	2707,48	140,625	6,25	4,80	8,12	5,04		253,125	6,25	5,54	8,12	3,60		3120,20	5,12
12-13	5	2654,39	140,625	18,75	14,40	15,65	9,71		253,125	18,75	16,61	15,65	6,93		3095,78	5,08
13-14	5.1	2707,48	140,625	37,5	28,79	31,25	19,38		253,125	37,5	33,22	31,25	13,84		3196,47	5,25
14-15	5.2	2760,56	140,625	6,25	4,80	8,12	5,04		253,125	6,25	5,54	8,12	3,60		3173,28	5,21
15-16	5.2	2760,56	140,625	6,25	4,80	8,12	5,04		253,125	6,25	5,54	8,12	3,60		3173,28	5,21
16-17	5.2	2760,56	93,75	12,5	6,40	12,5	5,17	50,63	168,75	12,5	7,38	12,5	3,69	50,63	3146,96	5,17
17-18	5.15	2734,02	93,75	6,25	3,20	8,12	3,36		168,75	6,25	3,69	8,12	2,40		3009,17	4,94
18-19	5.1	2707,48	93,75	6,25	3,20	8,12	3,36		168,75	6,25	3,69	8,12	2,40		2982,62	4,90
19-20	5.1	2707,48	93,75	6,25	3,20	8,12	3,36		168,75	6,25	3,69	8,12	2,40		2982,62	4,90
20-21	5.1	2707,48	93,75	18,75	9,60	15,65	6,47		168,75	18,75	11,07	15,65	4,62		3001,74	4,93
21-22	3.8	2017,34	93,75	37,5	19,20	31,25	12,92		168,75	37,5	22,15	31,25	9,23		2343,33	3,85
22-23	2	1061,76	93,75	6,25	3,20	8,12	3,36		168,75	6,25	3,69	8,12	2,40		1336,90	2,19
23-24	2	1061,76	93,75	6,25	3,20	8,12	3,36		168,75	6,25	3,69	8,12	2,40		1336,90	2,19
	100%	53087,78	2500		170,63		137,81	112,50	4500		200,74		98,44	112,50	60916,53	100%

2.3.2. Розрахунок напірних трубопроводів

Для насосної станції I категорії надійності кількість напірних трубопроводів повинна бути не меншою двох. Відповідно до цієї вимоги приймаємо два напірні водоводи. Посередині їхньої довжини передбачено перемичку, обладнану п'ятьма засувками.

При виникненні аварійної ситуації завдяки наявності перемички з експлуатації виводиться лише частина однієї з напірних ліній.

Втрати напору у напірних лініях від насосної станції до очисних споруд визначаються для максимального годинного припливу стічних вод. Максимальний приплив становить 3244,53 м³/год. Однак з урахуванням регулюючої дії приймального резервуара головної насосної станції фактична витрата в напірних трубопроводах буде меншою, тому для розрахунків приймаємо її рівною 3150 м³/год. Після завершення остаточного розрахунку насосної станції та визначення максимальної подачі насосного обладнання можливе внесення відповідних уточнень у розрахунки.

Кожний напірний водовід перевіряється для двох режимів роботи:

- на пропуск 50 % максимального припливу стічних вод у штатному режимі;
- на пропуск 100 % максимального припливу по половині довжини другого водоводу при аварії на одному з трубопроводів.

2.3.3. Визначення необхідного напору головної насосної станції

Передбачаємо два напірні водоводи із залізобетонних труб, прокладені від насосної станції до приймального резервуара міських очисних споруд.

Необхідний напір визначаємо за формулою:

$$H = H_r + h_{hc} + h_{вод} + h_{нев} + h_e, \text{ м} \quad (2.23)$$

де: H_r – геометрична висота підйому рідини, що дорівнює різниці між відміткою максимального рівня у приймальній камері очисних споруд

$$Z = 103,3 \text{ м}$$

та відміткою середнього рівня стічних вод у приймальному резервуарі головної насосної станції

$$Z_{\text{рез}} = 95,54 - 1,0 = 94,54 \text{ м}, \quad (2.24)$$

яка приймається на 0,75–1,25 м нижче лотка підвідного колектора.

Тоді:

$$H_r = 103,3 - 95,54 = 7,76 \text{ м}. \quad (2.25)$$

$h_{\text{нс}}$ – втрати напору у всмоктувальних трубопроводах та внутрішніх комунікаціях насосної станції, які приймаються в межах 3–5 м;

$h_{\text{в}}$ – вільний напір на виливі, що становить 1–3 м;

$h_{\text{вдм}}$ – втрати напору у водомірі, які приймаються рівними 1,5 м;

$h_{\text{нв}}$ – втрати напору на тертя у зовнішніх напірних трубопроводах, що складаються із втрат по довжині h_L та втрат на місцеві опори h_M . Останні приймаються у розмірі 10 % від втрат по довжині трубопроводу.

Втрати напору $h_{\text{нв}}$ визначаємо окремо для нормального та аварійного режимів роботи. Кількість напірних ліній приймається не менше ніж дві із влаштуванням проміж ними перемички.

Довжина кожного водоводу становить 1,5 км. Розрахунок виконується для двох випадків:

1. Нормальний режим роботи - коли кожний водовід пропускає 50 % максимального припливу стічних вод, тобто:

$$875 \cdot 0,5 = 437,5 \text{ л/с}.$$

За таблицями гідравлічного розрахунку водопровідних труб отримано:

$$d = 630 \text{ мм};$$

$$V = 1,5 \text{ м/с};$$

$$1000 i = 2,75.$$

Втрати напору на тертя та місцеві опори при нормальному режимі:

$$h_{\text{н.г.}} = 1,1 \cdot l \cdot i_1 = 1,1 \cdot 1,0 \cdot 2,75 = 2,97 \text{ м}. \quad (2.26)$$

Коефіцієнт 1,1 враховує до 10 % втрат напору на місцеві опори.

Повний напір при нормальному режимі роботи становить:

$$H = 7,76 + 3,0 + 1,57 + 2,97 + 1,0 = 15,3 \text{ м}.$$

2. При аварійному режимі один водовід пропускає 100 % максимального припливу, тобто 875 л/с, по половині своєї довжини. У результаті розрахунку отримано:

$$d = 630 \text{ мм};$$

$$V = 3 \text{ м/с};$$

$$1000 i = 9,202.$$

Втрати напору становлять:

$$h_{н.в.} = 1,1 \cdot (l/2) \cdot i_2 + 1,1 \cdot (l/2) \cdot i_1 = 1,1 \cdot 0,5 \cdot 9,202 + 1,1 \cdot 0,5 \cdot 2,7 = 6,556 \text{ м.}$$

При аварійному режимі повний напір дорівнює:

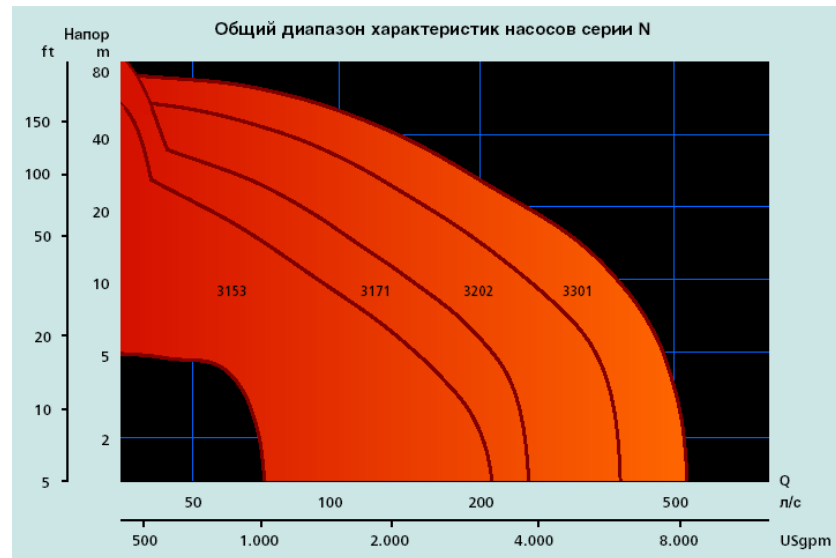
$$H_{нв} = 7,76 + 1,57 + 2,5 + 6,55 + 1,0 = 19,71 \text{ м.}$$

2.3.4. Підбір насосного обладнання

Вибір насосного обладнання проводимо за каталогом відповідно до максимального годинного припливу на головну насосну станцію $Q_{\text{max год}} = 3150 \text{ м}^3/\text{год}$ та необхідного напору $H = 20 \text{ м}$.

Для встановлення приймаємо три робочі та два резервні насоси марки Flygt NZ 3301 [8], подача кожного з яких становить $Q = 1050 \text{ м}^3/\text{год}$ при напорі $H = 20 \text{ м}$. На основі приєднувальних та монтажних розмірів насосного обладнання проектується кругла насосна станція. План та перерізи наведені в графічній частині.

На обох лініях головної насосної станції передбачається встановлення запірної арматури з приводом, керування яким здійснюється з поверхні землі. У випадку аварійної ситуації перекриття запірною пристроєм може спричинити підтоплення колекторів на значній довжині, що призведе до накопичення осаду та ймовірного повного закупорювання трубопроводів.



NZ

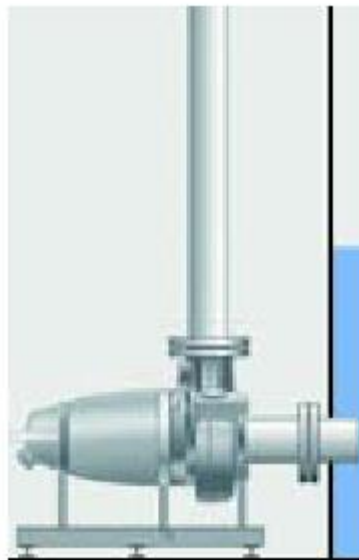


Рис. 2.2 – Насос Flygt NZ 3301 - Характеристика та загальний вигляд

2.3.5. Визначення об'єму приймального резервуара головної насосної станції

Необхідний об'єм приймального резервуара розраховуємо на основі визначення об'єму припливу та відкачування стічних вод.

Місткість приймального резервуара головної насосної станції повинна бути не меншою за п'ятихвилинну продуктивність одного насоса:

$$W_{5\text{хв}} = \frac{1050 \cdot 5}{60} = 87,5 \text{ м}^3 \quad (2.26)$$

У результаті виконаних розрахунків головної насосної станції знайдені розрахункові витрати міських стічних вод, що подаються на очисні споруди.

Максимальна витрата відповідає максимальній продуктивності насосного обладнання:

$$1050 \cdot 3 = 3150 \text{ м}^3/\text{год або } 875 \text{ л/с.}$$

Мінімальна подача становить 1291,04 м³/год або 358,6 л/с.

Саме на ці значення витрат виконуються розрахунки всіх міських очисних споруд.

2.3.6. Опис насосної станції

Головна насосна станція призначена для перекачування побутових та близьких за якістю виробничих стічних вод, які мають нейтральну або слабколужну реакцію рН. Насосна станція запроектована шахтного типу. Внутрішній діаметр її підземної частини приймається 14 м, а надземної — 12 м.

У підземній частині станції розміщуються приміщення ґрат-дробарок, машинний зал та приймальний резервуар.

У надземній частині передбачаємо трансформаторну підстанцію потужністю 630 кВА, майстерню, щит керування, та побутові приміщення. Будівництво станції запроектовано відкритим способом виконання робіт.

Приймальний резервуар

Дно приймального резервуара виконується з ухилом у напрямку всмоктувальних патрубків насосів. Над ними передбачаються два отвори, перекриті рифленими металевими листами, що забезпечують можливість огляду та монтажу всмоктувальних трубопроводів.

Від напірного трубопроводу до резервуара підводяться трубопроводи спорожнення діаметром 50 мм, які використовуються для промивання приямків у зоні всмоктувальних патрубків.

Приміщення ґрат-дробарок

У насосній станції передбачається окреме ґрабельне приміщення, у якому встановлюються ґрати-дробарки типу КРД40М продуктивністю $Q = 3150 \text{ м}^3/\text{год}$.

Вони комплектуються електродвигуном 4A112NBV43 потужністю $N = 3$ кВт та частотою обертання $n = 950$ об/хв. До встановлення приймаються дві дробарки.

Відходи, затримані ґратами, подрібнюються дробаркою та скидаються у канал перед ґратами. Покидьки, що не підлягають подрібненню, накопичуються у спеціальних контейнерах і періодично вивозяться за межі насосної станції.

Запуск та зупинка дробарок передбачаються в автоматичному режимі за часом.

Машинний зал

У машинному залі розташовуються п'ять горизонтальних каналізаційних насосів марки Flygt NZ 3301, з яких три є робочими, а два — резервними. Трубопроводи в межах насосної станції проєктуються зі сталі.

З'єднання фасонних елементів з арматурою та насосами виконуються за допомогою фланців. Діаметр всмоктувальних патрубків насосів становить 400 мм, напірних — 300 мм, а збірного напірного трубопроводу — 630 мм.

Робота насосного обладнання автоматизована та залежить від рівня стічних вод у приймальному резервуарі ГНС. Як датчик рівня передбачається використання електричного регулятора-сигналізатора рівня типу ЕРСР-2.

Крім основного обладнання, у машинному залі встановлюються насос технічного водопостачання марки ВК 5/24 та дренажні насоси типу ГНОМ 25-20.

Підйомно-транспортне обладнання

Для забезпечення монтажу та демонтажу обладнання у приміщенні ґрат-дробарок передбачається монорельс з електричною таллю вантажопідйомністю 1 т та 2 т.

У машинному залі встановлюються два ручні мостові крани вантажопідйомністю 2 т.

Транспортування обладнання у приміщеннях ґрат-дробарок та машинному залі з рівня підлоги першого поверху здійснюється через монтажні прорізи за

допомогою талей, підвішених на монорельсах, які проходять над монтажними отворами.

Вентиляція

Основними джерелами забруднення повітря є газові виділення зі стічних вод у приміщенні механічних грат та тепловиділення від працюючого обладнання у машинному залі.

Для видалення забрудненого повітря проєктується загальнообмінна припливно-витяжна вентиляція. Подавання повітря здійснюється у робочу зону приміщень. Видалення повітря з приміщення грат передбачається на 85 % через відсмоктування з підвідного каналу та на 15 % із верхньої зони приміщення. З машинного залу повітря видаляється через дефлектори.

Опалення

Система опалення розрахована на використання перегрітої води з параметрами $t_{гор} = 140^{\circ}\text{C}$ та $t_{обр} = 65^{\circ}\text{C}$. У якості опалювальних приладів прийняті радіатори типу «Акорд».

У машинном залі та у приміщеннях механічних грат передбачається також чергове опалення.

Внутрішній водопровід і каналізація ГНС

Подача води на господарсько-питні та виробничі потреби здійснюється від зовнішньої мережі водопроводу через ввід діаметром 50 мм.

У межах насосної станції вода системою господарсько-питного водопроводу подається до водонагрівача гарячого водопостачання, санітарного вузла, душової та бака. Із цього бака вода насосами-підвищувачами подається для ущільнення сальників.

Стічні води від умивальників, санвузлів, душових та переливу бака розриву струменя відводяться безпосередньо до приймального резервуара.

Вода від ущільнення сальників, а також після миття підлоги та стін потрапляє до дренажного лотка.

3 ОРГАНІЗАЦІЯ ЕКСПЛУАТАЦІЇ СИСТЕМИ

3.1 Мета діяльності, основні функції та завдання міського комунального підприємства

Основною метою діяльності міського комунального підприємства (МКП) є забезпечення ефективної технічної експлуатації систем водопостачання та водовідведення, а також підтримання їх надійного і безперебійного функціонування [9].

Під час виконання своїх функцій МКП керується Водним кодексом України, чинними будівельними і санітарними нормами, державними стандартами, міжвідомчими та галузевими нормативними документами, а також іншими нормативно-правовими актами, перелік яких наведений у додатках.

Головним завданням підприємства є забезпечення безперебійної, надійної та економічно ефективною роботи систем водопостачання і водовідведення.

Технічна експлуатація систем повинна гарантувати стабільне функціонування всіх споруд та обладнання при високих техніко-економічних показниках і належній якості послуг з урахуванням вимог щодо охорони водних об'єктів від забруднення стічними водами та раціонального використання водних ресурсів.

Для забезпечення безперебійної та економічної роботи систем водопостачання і водовідведення необхідно:

- забезпечувати підприємство кваліфікованим технічним персоналом, який виконує посадові інструкції, правила технічної експлуатації та охорони праці;
- максимально використовувати наявні резерви, впроваджувати сучасні технології, засоби механізації та автоматизації виробничих процесів;
- здійснювати заходи щодо скорочення втрат води, матеріальних та енергетичних ресурсів;
- проводити технічні огляди і ремонти мереж, споруд та обладнання;

- постійно контролювати якість і кількість стоків, що скидаються підприємствами;
- здійснювати контроль якості та кількості питної води, яка подається споживачам;
- контролювати якість і кількість очищених стічних вод, що скидаються у водойми;
- організовувати заходи щодо попередження, своєчасного виявлення та ліквідації аварій;
- систематично вести облік та аналіз причин порушень у роботі обладнання і виникнення аварій.

Для забезпечення стабільної та ефективної роботи підприємства керівництво МКП зобов'язане:

- керуватися чинним законодавством України;
- вимагати від працівників безумовного виконання службових обов'язків та розпоряджень адміністрації;
- організовувати підвищення кваліфікації персоналу шляхом навчання у профільних закладах та проведення технічних занять на підприємстві;
- аналізувати причини порушень у роботі мереж і споруд та розробляти заходи щодо їх усунення;
- проводити навчання персоналу з питань ліквідації аварій;

До основних функцій Водоканалу належать:

- адміністративне, господарське та технічне керівництво підрозділами підприємства;
- розроблення організаційно-технічних заходів для підвищення надійності та економічності систем водопостачання і водовідведення;
- контроль раціонального використання води споживачами та облік обсягів водоспоживання і водовідведення;
- застосування санкцій до споживачів у разі наднормативного використання води;

- розроблення заходів щодо попередження аварій та покращення умов охорони праці;
- складання планів планово-попереджувальних ремонтів споруд і обладнання;
- забезпечення виробничих підрозділів необхідною технічною документацією, матеріалами, інструментами та запасними частинами;
- укладання договорів зі споживачами на водопостачання та приймання стічних вод;
- розроблення тарифів на послуги водопостачання і водовідведення;
- видача технічних умов на приєднання до мереж водопостачання та каналізації;
- технічний нагляд за будівництвом і реконструкцією мереж та споруд;
- забезпечення виконання нормативів гранично допустимих скидів;
- ведення обліку та збереження даних про якість питної та стічної води;
- надання допомоги споживачам щодо встановлення та перевірки приладів обліку води.

Для забезпечення потреб пожежної охорони міста Водоканал спільно з підрозділами пожежної служби розробляє плани взаємодії.

У разі виникнення аварій на мережах, спорудах або обладнанні підприємство повинно оперативно здійснювати заходи щодо їх виявлення, локалізації та ліквідації.

Про аварії та відключення на мережах водопостачання Водоканал зобов'язаний негайно повідомляти місцеві органи пожежної охорони, а про аварії на мережах водовідведення — відповідні органи Мінекобезпеки України та державного санітарного нагляду.

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

Відповідно до [10], система планово-попереджувального ремонту (ППР) являє собою комплекс організаційних та технічних заходів, спрямованих на

контроль технічного стану, обслуговування та ремонт споруд, трубопроводів і обладнання підприємств водопровідно-каналізаційного господарства, які виконуються згідно з попередньо розробленими планами.

Основною метою системи ППР є запобігання передчасному зносу споруд і обладнання, забезпечення їх надійної роботи, скорочення витрат на ремонт та підвищення якості ремонтних робіт для безперебійного водопостачання та очищення стічних вод відповідно до нормативних вимог.

Система ППР передбачає виконання таких заходів:

- визначення переліку споруд і обладнання, що підлягають ремонту;
- встановлення видів, обсягів і характеру ремонтних робіт;
- визначення міжремонтних та міжоглядових періодів;
- організацію технічних оглядів і ремонтів;
- забезпечення технічною та кошторисною документацією;
- забезпечення ремонтних робіт необхідними матеріалами і запасними частинами;
- створення ремонтної бази та ремонтних бригад;
- впровадження сучасних методів ремонту та механізації робіт;
- контроль за технічним обслуговуванням споруд та обладнання;
- контроль якості виконання ремонтних робіт.

Відповідальність за впровадження та дотримання системи ППР покладається на керівника підприємства, що здійснює експлуатацію мереж і споруд водопостачання та водовідведення.

Безпосереднє керівництво впровадженням системи ППР здійснює інженерно-технічний персонал на чолі з головним інженером підприємства.

Інженерно-технічний персонал підрозділів підприємства зобов'язаний:

- організувати роботу персоналу;
- забезпечувати персонал необхідною документацією;
- контролювати режими роботи споруд та обладнання;
- складати дефектні відомості та графіки ремонтних робіт;

- оформлювати заявки на матеріали та запасні частини;
- вести журнали обліку роботи обладнання і технічну документацію;
- складати звіти про роботу споруд та обладнання;
- впроваджувати нові технічні рішення і вдосконалювати технологічні процеси;
- організовувати технічне навчання персоналу;
- проводити інструктажі з охорони праці та контролювати дотримання правил техніки безпеки.

Організацію ремонтних робіт на підприємстві здійснюють служби головного механіка та головного енергетика. Основна матеріальна база ремонту зосереджена у ремонтному цеху, який взаємодіє з виробничими підрозділами водопостачання та водовідведення.

Безпосередню відповідальність за проведення ППР на окремих ділянках несуть начальники відповідних підрозділів.

За безперебійну роботу споруд і обладнання відповідає черговий персонал, який діє відповідно до посадових інструкцій, вимог охорони праці та інструкцій заводів-виробників обладнання.

Для своєчасного виявлення несправностей, зношення та інших дефектів, окрім щоденного обслуговування, проводяться періодичні та позачергові огляди.

Періодичні огляди виконуються згідно з графіками, затвердженими керівництвом підприємства, і проводяться технічними керівниками спільно з обслуговуючим та ремонтним персоналом.

Усі виявлені дефекти фіксуються у журналах оглядів і ремонтів. На основі цих записів виконуються профілактичні роботи: очищення, промивання, усунення теч та інші необхідні заходи.

Виявлені дефекти усуваються негайно або під час проведення поточного чи капітального ремонту залежно від характеру пошкоджень.

Система ППР охоплює комплекс заходів, спрямованих на підтримання або відновлення експлуатаційних характеристик будівель, споруд та обладнання.

Ремонтні роботи поділяються на два основні види:

- поточний ремонт;
- капітальний ремонт.

Поточний ремонт передбачає виконання профілактичних робіт та усунення незначних пошкоджень і несправностей з метою запобігання передчасному зносу обладнання та споруд.

Своєчасне проведення поточних ремонтів забезпечує нормальну експлуатацію споруд та скорочує витрати на капітальні ремонти. Витрати на поточний ремонт відносяться до експлуатаційних витрат підприємства.

Поточні ремонти проводяться регулярно відповідно до графіків, складених службами головного механіка та головного енергетика на основі результатів оглядів та заявок персоналу.

Капітальний ремонт виконується за річними планами силами ремонтних бригад.

Капітальний ремонт являє собою комплекс робіт, спрямованих на відновлення або заміну зношеного обладнання.

Розрізняють два види капітальних ремонтів:

- комплексний, який передбачає ремонт споруди або обладнання в цілому;
- вибірковий, що полягає у ремонті окремих елементів та конструкцій.

При вибіркового капітальному ремонті першочергово ремонтуються конструкції та елементи, від яких залежить безпечна та безперебійна робота технологічного процесу.

Періодичність проведення оглядів, поточних та капітальних ремонтів визначається відповідно до інструкцій заводів-виробників обладнання та чинних нормативних документів.

3.3 Правила техніки безпеки при експлуатації систем водовідведення

За дотримання вимог охорони праці та техніки безпеки під час експлуатації каналізаційних споруд відповідальність покладається на головного інженера або

технічного керівника підприємства, а також на начальників цехів, дільниць і майстрів.

Усі працівники, діяльність яких пов'язана з експлуатацією систем водовідведення, повинні обов'язково знати та дотримуватися правил техніки безпеки.

Працівники, які вперше приймаються на роботу, а також особи, що проходять виробниче навчання, повинні пройти вступний інструктаж з охорони праці та техніки безпеки.

Особи, які порушують правила безпеки, несуть дисциплінарну або адміністративну відповідальність. Керівники підприємств, цехів, дільниць та майстри, винні у порушенні вимог техніки безпеки, можуть бути притягнуті до адміністративної або кримінальної відповідальності органами технічної інспекції та контролю.

Нормальна експлуатація мереж водовідведення забезпечується своєчасним виконанням поточних та капітальних ремонтів, які здійснюються на основі періодичних оглядів та обстежень. Усі роботи на каналізаційних мережах і спорудах повинні виконуватися у суворій відповідності до вимог техніки безпеки.

Експлуатаційні та ремонтні роботи на мережах водовідведення виконуються бригадою чисельністю не менше трьох осіб. Працівники забезпечуються спецодягом, запасним комплектом одягу, аптечкою та необхідним інструментом і обладнанням.

Перед виїздом аптечка повинна бути перевірена та укомплектована необхідними медичними засобами: ватою, бинтами, йодом, компресним папером або плівкою, перманганатом калію, перекисом водню, стрептоцидовою емульсією, нашатирним спиртом, гумовим джгутом і двома шинами довжиною 0,5 м.

Кришки колодязів і камер відкриваються лише за допомогою спеціальних гаків або ломів. Відкривати їх руками категорично забороняється. Зняті кришки необхідно складати поряд з колодязем.

У разі проведення робіт поблизу з трамвайними коліями увесь інструмент та обладнання повинні розташовуватися не ближче ніж за 2 м від рейок.

При недостатньому освітленні місця виконання робіт використовують переносні світильники та трансформатори з вторинною напругою не більше 36 В. Дозволяється застосування тимчасової зовнішньої освітлювальної мережі, при цьому висота її розміщення над проїзною частиною або поверхнею землі повинна бути не меншою за 2,5 м.

Керівництво роботами та відповідальність за дотримання правил техніки безпеки покладаються на бригадира, майстра або техника служби каналізаційних мереж.

Служба мереж повинна бути забезпечена виконавчими кресленнями всіх каналізаційних мереж та споруд із зазначенням їх технічних характеристик: діаметрів труб, матеріалу, глибини закладання, типу ґрунтів, арматури та інших необхідних даних, а також прив'язкою до будівель і споруд.

Крім того, необхідно мати інформацію про можливу загазованість колодязів і камер, наявність осадів, виникнення засмічень та небезпечних домішок у стічних водах. Ці дані повинні регулярно аналізуватися експлуатаційними та ремонтними бригадами у ході виконання технологічних операцій [11,12].

3.4 Експлуатація насосної станції

Персонал повинен забезпечувати безперервну, надійну та економічно ефективну роботу обладнання із раціональним використанням енергетичних ресурсів.

Для забезпечення стабільної насосної станції проектом передбачено виконання таких завдань:

- допускається до роботи персонал, який дотримується вимог експлуатаційних інструкцій та володіє сучасними технічними знаннями;
- здійснення постійного обліку, аналізу та контролю умов праці;
- організується оптимальні режими роботи насосних агрегатів;
- впровадження сучасних методів керування та автоматизації обладнання;
- своєчасне проведення профілактичних та капітальних ремонтів;
- максимально автоматизується виробничий процес і мінімізуються втрати води, електроенергії та розхідних матеріалів;
- систематичний облік і аналіз причин аварій та порушень у роботі насосного обладнання.

Для забезпечення якісної та безперебійної роботи насосної станції адміністрація підприємства повинна організовувати підвищення кваліфікації персоналу, проводити лекції та навчання щодо сучасних досягнень науки і техніки, забезпечувати обмін виробничим досвідом та розглядати раціоналізаторські пропозиції.

Також необхідно проводити навчання персоналу щодо виявлення, локалізації та ліквідації аварійних ситуацій.

Для нормальної експлуатації та оперативного керування роботою головної насосної станції повинно забезпечуватися постійне зберігання технічної, виконавчої та експлуатаційної документації, включаючи матеріали інвентаризації та паспортизації.

Працівники технічного відділу повинні своєчасно вносити до документації всі зміни, що стосуються конструкцій та схем комунікацій насосної станції. Усі зміни необхідно фіксувати одразу після їх виконання.

Перелік технічної документації, що повинна зберігатися на насосній станції, визначається правилами технічної експлуатації. Додатково на головній насосній станції повинні бути:

- генеральний план майданчика із нанесеними спорудами;

- схеми агрегатів і трубопроводів, електропостачання, засобів автоматизації та телемеханічних систем.

На насосній станції організовується постійний контроль роботи усього основного механічного та енергетичного обладнання за такими показниками:

- витрата стічних вод та напір насосів;
- загальна та питома витрата електроенергії на 1000 м³ перекачуваних стічних вод;
- витрати води та електроенергії на власні потреби станції;
- кількість годин роботи та простою обладнання;
- коефіцієнт корисної дії агрегатів.

Перевірка фактичного ККД насосів повинна проводитися не рідше одного разу на два роки.

Чисельність, склад та кваліфікація персоналу визначаються штатним розписом з урахуванням продуктивності та складності роботи насосної станції, а також обсягів ремонтних та експлуатаційних робіт [13].

Основні можливі несправності насосного агрегату наведені у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Основні пошкодження насосного агрегату

Пошкодження	Причина пошкодження	Спосіб виявлення	Спосіб усунення
Зменшення подачі рідини насосом	Підсмоктування повітря через сальник або всмоктувальний трубопровід	Візуальний огляд	Перевірити трубопровід, підтягнути або замінити сальник
	Засмічення зворотного клапана	Збільшення тиску	Прочистити клапан
	Зношення ущільнювальних кілець	Огляд після розбирання	Замінити ущільнювальні кільця

	Засмічення всмоктувального трубопроводу	Зменшення тиску та збільшення вакууму	Прочистити трубопровід
Підвищення показників амперметра	Перекачування води з великою кількістю піску та мулу	За шумом і тріском	Перевірити вміст домішок
Насос після пуску не подає стічну воду	Наявність повітря в насосі	Вихід повітря через клапан	Зупинити насос, повторно заповнити водою і запустити
Вібрація насоса під час роботи	Ослаблення кріпильних болтів	Перевірка кріплень	Підтягнути болти
	Зношення підшипників	Візуальний огляд	Виконати ремонт або заміну підшипників
	Кавітація	Збільшення вакууму	Зменшити висоту всмоктування
Насос не забезпечує необхідний напір	Зношення робочих коліс та ущільнень	Вимірювання після розбирання	Відремонтувати насос, замінити кільця
Перевантаження двигуна	Надмірна подача насоса	Вимірювання подачі	Частково прикрити засувку
Дребезжання насоса	Зношення гумових кілець муфти	Огляд муфти після зупинки	Відремонтувати муфту

3.5. Санація мереж водовідведення

Вступ

Переважна частина каналізаційних колекторів України була збудована ще у минулому столітті, тому значна кількість мереж уже відпрацювала свій нормативний термін експлуатації та перебуває у незадовільному технічному стані. Проблема зношення систем водовідведення характерна практично для всіх міст країни. Досвід експлуатації каналізаційних мереж свідчить, що порушення їх стабільної роботи та виникнення аварійних ситуацій пов'язані не лише із завершенням строку служби трубопроводів, а й із корозією склепіння труб, стиранням лоткової частини, руйнуванням стінок труб і стикових з'єднань. Крім того, аварії можуть виникати через неправильне проєктування, помилки під час будівництва або недотримання вимог експлуатації мереж. Унаслідок цього виникають процеси інфільтрації — потрапляння ґрунтових вод до трубопроводів, що спричиняє збільшення об'ємів стічних вод, а також ексфільтрації — витоку стоків у ґрунт. Такі явища призводять до підтоплення територій, підвищення рівня ґрунтових вод, руйнування дорожнього покриття та негативного впливу на будівлі й інженерні споруди.

Надійне та безаварійне функціонування систем водовідведення є одним із головних завдань комунального господарства міст. Саме тому питання реконструкції та відновлення існуючих трубопроводів є надзвичайно актуальним. Для підвищення ефективності роботи мереж необхідно своєчасно та якісно виконувати ремонтно-відновлювальні заходи на пошкоджених ділянках трубопроводів.

Реконструкцію та ремонт трубопроводів виконують двома основними способами: відкритим і безтраншейним. Відкритий метод передбачає розробку траншеї та проведення ремонтних робіт безпосередньо на відкритій ділянці трубопроводу. Незважаючи на відносну простоту, цей спосіб супроводжується значними незручностями: пошкодженням дорожнього покриття, обмеженням руху транспорту, необхідністю організації об'їздів, руйнуванням зелених

насаджень і збільшенням термінів виконання робіт через потребу відновлення благоустрою території. Безтраншейні технології дозволяють уникнути більшості зазначених недоліків та значно зменшити вплив ремонтних робіт на міську інфраструктуру [14].

На сьогодні у країнах Європи близько 95 % робіт із будівництва та реконструкції мереж водовідведення виконують саме безтраншейними методами. Це дозволяє знизити витрати на ремонтні роботи приблизно на 10–40 % залежно від діаметра трубопроводу. У багатьох містах Західної Європи виконання робіт відкритим способом у центральних частинах міста практично заборонене. В Україні широке впровадження зарубіжних технологій безтраншейного ремонту розпочалося наприкінці 1980-х — на початку 1990-х років. Сьогодні вітчизняні підприємства вже виготовляють обладнання та матеріали для таких робіт, а водоканали активно використовують сучасні методи санації трубопроводів.

Санація мереж поділяється на два основні види:

1. Відновлення трубопроводів без руйнування існуючої аварійної труби (релайнінг).
2. Відновлення із руйнуванням старого трубопроводу (реновація).

До основних методів санації без руйнування пошкодженого трубопроводу належать:

1. Нанесення цементно-піщаного покриття, яке використовують переважно для сталевих та чавунних напірних трубопроводів.
2. Метод «труба в трубі», що передбачає протягування полімерної труби всередині існуючого трубопроводу. Його застосовують для напірних і самопливних мереж різних діаметрів та матеріалів.
3. Використання гнучкого полімерного рукава, просоченого спеціальними смолами. Такий спосіб також називають методом «панчохи».
4. Застосування деформованих полімерних труб із пам'яттю форми типу U-лайннер або Ω -лайннер.

5. Метод спіральної навивки, при якому всередині старої труби формується новий полімерний трубопровід шляхом навивання спеціального профілю.
6. Точкова санація, що використовується для локального усунення окремих дефектів трубопроводів.

Процес санації без руйнування існуючого трубопроводу складається з кількох основних етапів:

1. Проведення діагностики або телеінспекції для визначення технічного стану трубопроводу.
2. Очищення труб механічним, електромеханічним або гідродинамічним способом.
3. Безпосереднє виконання санаційних робіт.
4. Відновлення бокових підключень.
5. Заключна перевірка якості робіт і введення трубопроводу в експлуатацію.

На початковому етапі за допомогою телеінспекції здійснюється обстеження трубопроводу та колодязів, уточнюються ухили й висотні відмітки мережі. Для цього використовують спеціальні роботизовані або прощтовхувані комплекси, оснащені відеокамерами, освітленням, записувальними пристроями та моніторами. Відеодіагностика дозволяє виявити тріщини, протікання, деформації, засмічення, пошкодження стиків, проростання коріння дерев та інші дефекти. За результатами обстеження проводять аналіз технічного стану трубопроводу та обирають найбільш ефективний спосіб його відновлення.

Після телеінспекції обов'язково виконують очищення трубопроводу. Для цього застосовують механічні, електромеханічні або гідродинамічні методи. Механічне очищення здійснюють за допомогою металевих щіток, тросів, штанг, скребоків та інших пристроїв. Гідродинамічне очищення передбачає промивання труб водою під високим тиском із використанням спеціальних форсунок. Якість проведеного очищення безпосередньо впливає на ефективність подальшої санації, тому після прочистки виконують повторну телеінспекцію для контролю стану трубопроводу.

Слід зазначити, що телеінспекція під час санації проводиться щонайменше чотири рази: до очищення, після очищення, перед санацією та після завершення робіт. Заключна перевірка дозволяє оцінити якість відновлення трубопроводу та підтвердити можливість його подальшої експлуатації.

Вибір способу санації залежить від багатьох чинників: матеріалу труб, ступеня їх пошкодження, умов експлуатації, глибини прокладання, рельєфу місцевості та інших особливостей. Саме тому перед початком робіт обов'язково проводять комплексне обстеження мережі. Після завершення реконструкції всі зміни та характеристики оновлених ділянок вносять до виконавчої документації та інженерних схем мереж.

Розглянемо окремі методи санації більш детально.

3.5.1. Протягування U-подібної та Ω-подібної полімерної труби

Даний спосіб санації є відносно новою технологією відновлення трубопроводів, розробленою німецькою компанією REHAU та вперше представленою у 2011 році. Основою методу є використання полімерних труб зі зміненою формою поперечного перерізу. Залежно від технології застосовують труби, профіль яких має форму літери U (U-лайнер) або Ω (Омега-лайнер).

Технологія U-лайнер передбачає використання труб із поліетилену високого тиску, тому вона переважно застосовується для санації напірних трубопроводів діаметром від 100 до 400 мм. Омега-лайнер виготовляють із комбінації поліетилену та полівінілхлориду, а застосовується він переважно для самопливних мереж діаметром від 100 до 800 мм.

Полімерні лайнери можуть виготовлятися безпосередньо на заводі вже у деформованому вигляді або набувати U- чи Ω-подібної форми за допомогою спеціального обладнання, яке деформує круглу пластикову трубу. Довжина ділянки, що підлягає санації, може досягати 600 м і визначається можливістю намотування лайнера на барабан.



Рисунок 3.1 - Протягування U-подібної та Ω -подібної полімерної труби

Під час виконання робіт деформовану трубу подають зі спеціального барабана через стартовий колодязь у старий трубопровід та протягують до приймального колодязя (див.рис. 3.1). Після завершення протягування труба завдяки ефекту пам'яті форми повертається до свого початкового круглого перерізу. Для цього на кінцях лайнера встановлюють герметичні заглушки, через які подають повітря або пару під тиском. Під дією температури та тиску труба

відновлює свою форму й щільно прилягає до внутрішньої поверхні існуючого трубопроводу.

Лайнери обох типів характеризуються високою міцністю та здатністю забезпечувати транспортування стічних вод навіть у разі значного руйнування старої труби. Технології U-лайнер і Ω -лайнер відзначаються простотою виконання та високою ефективністю.

Основними перевагами методу є:

- використання тонкостінних гнучких полімерних труб товщиною до 5 мм, що дозволяє мінімально зменшувати внутрішній переріз трубопроводу;
- щільне прилягання лайнера до стінок старої труби без утворення кільцевого зазору;
- можливість санації трубопроводів із поворотами та криволінійними ділянками;
- компактність обладнання;
- тривалий термін експлуатації, який перевищує 50 років.

До недоліків технології належать необхідність ретельного очищення пошкодженого трубопроводу перед санацією, а також висока вартість спеціалізованого обладнання.

Метод спіральної навивки

Однією з головних особливостей методу спіральної навивки є можливість виконання санації при частковому заповненні трубопроводу стічними водами на рівні 30–40 %. Це особливо важливо у випадках, коли відсутні резервні колектори або обвідні лінії, оскільки дозволяє проводити ремонт без повного виведення мережі з експлуатації.

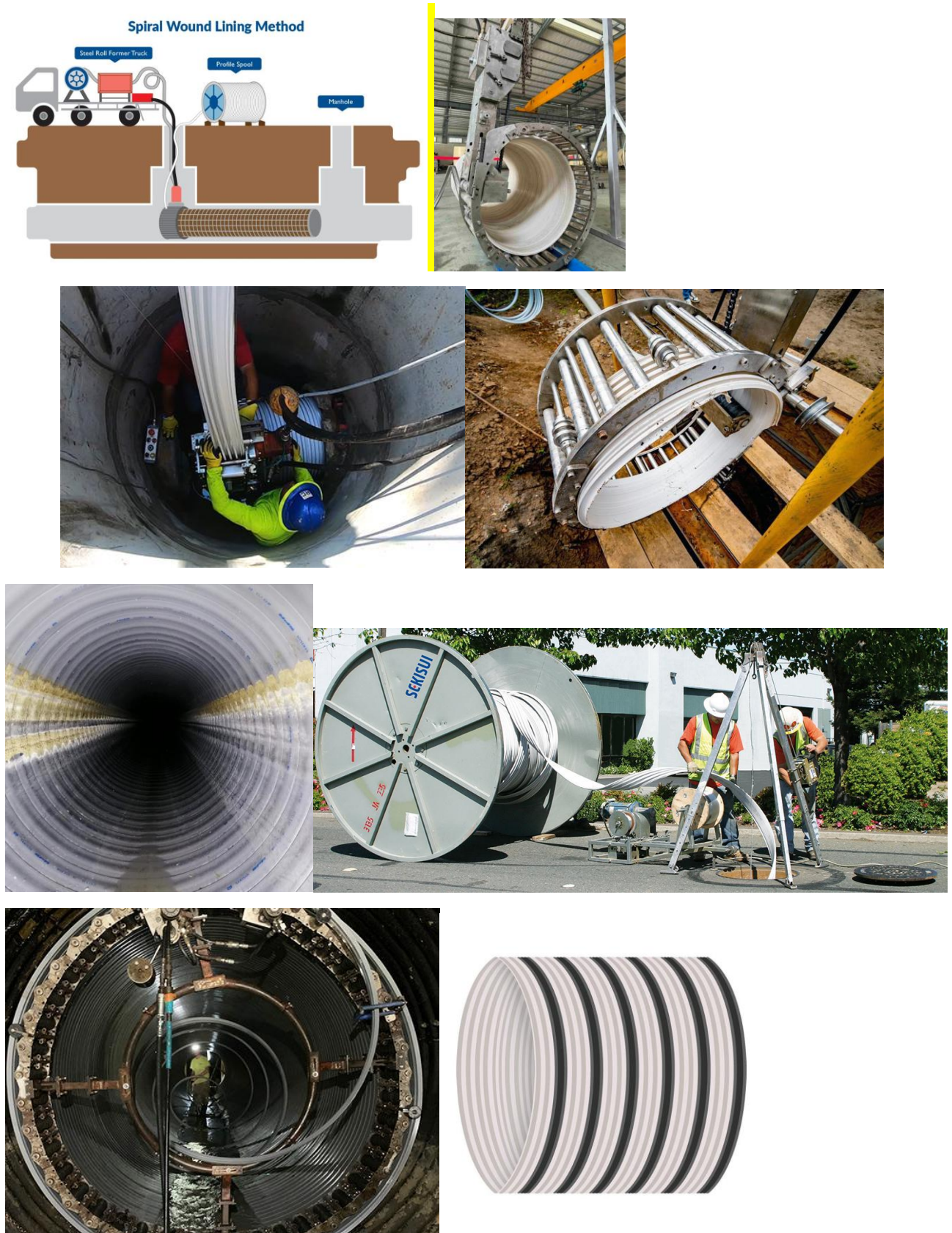


Рис .3.2 - Метод спіральної навивки

Метод придатний для трубопроводів різного діаметра та форми поперечного перерізу, у тому числі для колекторів глибокого закладання, тунельних споруд, колодязів і резервуарів [15]. Технологію застосовують як для безнапірних, так і для напірних трубопроводів.

Суть методу полягає у формуванні всередині існуючої труби нового трубопроводу шляхом спірального навивання полімерного профілю (див.рис. 3.2). Нова труба створюється безпосередньо на місці проведення робіт із довгого полімерного полотна. Окремі елементи профілю механічно з'єднуються між собою спеціальними замковими клямками, розташованими по краях стрічки.

Для виготовлення профілю використовують полівінілхлорид або поліетилен високої міцності. Полотно може бути армованим або неармованим та має зовнішні ребра жорсткості, що підвищують міцність конструкції. У деяких випадках між новою та старою трубою додатково виконують цементне заповнення міжтрубного простору.

Для виконання санації застосовують спеціальні навивальні машини, які встановлюють біля оглядового колодязя, котловану або шахти. Роботи можуть виконуватись як із поверхні, так і безпосередньо всередині колектора. Полімерне полотно розмотується з барабана та спірально навивається у пошкодженому трубопроводі, утворюючи нову обсадну конструкцію. У процесі руху обладнання вперед формується безперервна нова труба.

Для реалізації технології використовують декілька модифікацій:

- SPR — для санації труб великого діаметра до 5500 мм і вертикальних споруд;
- SPR PE — для круглих труб із бетону, каменю, цегли чи склопластику діаметром від 900 до 3000 мм;
- SPR EX — для відновлення труб діаметром від 150 до 1800 мм у складних геологічних умовах;
- SPR ST — для санації трубопроводів діаметром 450–2500 мм із використанням додаткового сталевого профілю.

У результаті виконання санації формується самонесуча, герметична та жорстка конструкція з високими експлуатаційними характеристиками.

До основних переваг спіраль-навивального методу належать:

- можливість виконання робіт при частковому заповненні трубопроводу та швидкості потоку до 5 м/с;
- покращення гідравлічних характеристик трубопроводу;
- відсутність стиків і з'єднань;
- можливість проходження криволінійних ділянок;
- придатність для колекторів будь-якої форми та глибини закладання;
- висока швидкість виконання робіт — до 40–50 м на добу;
- підвищення кільцевої жорсткості трубопроводу;
- компактність обладнання;
- довговічність із терміном служби понад 50 років.

Недоліками методу є висока вартість обладнання та необхідність використання імпортного профілю, який переважно виготовляється в Японії.

Метод точкової санації

Точкова санація використовується для усунення локальних пошкоджень трубопроводів, зокрема тріщин, місцевої корозії та дефектів стикових з'єднань у напірних і безнапірних мережах водовідведення. Для ремонту застосовують спеціальні полімерні матеріали або смоли, що твердіють безпосередньо в місці пошкодження.

Роботи виконують у сухому трубопроводі з постійним відеоконтролем. Одним із поширених способів є встановлення спеціальної манжети, просоченої полімерною смолою. Манжету розміщують на надувному пакері та вводять усередину труби до місця дефекту. Після подачі повітря пакер розширюється, притискаючи манжету до стінок трубопроводу. Після затвердіння матеріалу пакер видаляють, а ремонтна вставка залишається на пошкодженій ділянці. Час полімеризації зазвичай становить близько 30 хвилин.



Рисунок 3.3 - Метод точкової санації

Американська компанія Link-Pipe запропонувала технологію використання сталевих гільз із нержавіючої сталі, покритих еластичним клейовим матеріалом. Після встановлення гільза розширюється пневмоциліндром, а клейовий склад заповнює дефекти та забезпечує герметичність трубопроводу (див. рис. 3.3).

Німецька компанія Janssen використовує метод із нагнітанням двокомпонентної синтетичної смоли через спеціальний зонд. Після затвердіння смола утворює герметичну муфту на місці пошкодження.

Метод точкової санації придатний для трубопроводів різних діаметрів та дозволяє виконувати локальний ремонт без відновлення всієї ділянки мережі.

Основними перевагами цього способу є:

- ремонт лише пошкодженої ділянки трубопроводу, що дозволяє зменшити витрати;
- висока міцність та герметичність відремонтованої ділянки.

До недоліків належать відносно висока вартість виконання робіт та одноразовість використання ремонтних манжет. Аналіз сучасних технологій санації показує, що в Україні найчастіше застосовується метод «труба в трубі», частка якого становить приблизно 68–72 %. Метод рукава використовується у 28–32 % випадків, нанесення цементно-піщаного покриття — у 3–5 %, тоді як інші способи застосовуються значно рідше.

3.5.2. Санація з руйнуванням аварійного трубопроводу

Такий спосіб санації називають реновацією або берстлайнингом. Його суть полягає у підземному руйнуванні старого трубопроводу з одночасним протягуванням нової труби, як правило, більшого діаметра. Цей метод застосовують у випадках, коли необхідно підвищити пропускну здатність мережі або коли існуючий трубопровід повністю вичерпав свій експлуатаційний ресурс. При безтраншейному руйнуванні можливо збільшити діаметр трубопроводу приблизно у 1,5–2 рази. Для санації переважно використовують поліетиленові труби без стикових з'єднань. Реновації можуть підлягати трубопроводи з різних матеріалів: кераміки, бетону, залізобетону, азбестоцементу, чавуну чи сталі. Руйнування старого трубопроводу виконується методом статичного розламування. Ділянка, що підлягає санації, повинна бути прямолінійною. Метод добре зарекомендував себе в складних гідрогеологічних умовах, при значній глибині залягання трубопроводів та в умовах щільної міської забудови. Роботи виконують із застосуванням горизонтально-направленого буріння, пневмоударних установок або методу гідропроколу.

Санація методом горизонтально-направленого буріння

Відновлення трубопроводу здійснюється за допомогою установки горизонтально-направленого буріння. Роботи виконуються у певній послідовності. Спочатку облаштовують два котловани — стартовий та приймальний. У стартовому котловані встановлюють раму з гідравлічними домкратами, які приводять у рух бурові штанги. Для надійної фіксації рами попередньо монтують опорну плиту. Із стартового котловану штанги вводяться всередину старого трубопроводу. Вони поступово з'єднуються між собою спеціальним механізмом та проштовхуються до приймального котловану. Напрямок руху контролюється навігаційною системою.

Після виходу штанг у приймальний котлован до них приєднують руйнівну головку з ножем, розширювач та нову поліетиленову трубу через вертлюг. Далі

установка переходить у режим зворотного протягування. У процесі руху стара труба розрізається та руйнується, а її уламки вдавлюються у ґрунт. Одночасно відбувається протягування нової труби. Під час зворотного руху штанги поетапно витягуються через стартовий котлован. Після завершення процесу руйнівну головку та розширювач від'єднують, а новий трубопровід залишається на місці старого. Даний метод дозволяє швидко прокладати труби діаметром до 500 мм на відстань до 500 м у різних типах ґрунтів.

Санація із застосуванням пневмоударних машин

Цей спосіб виконується за допомогою пневмоударних машин — пневмопробійників або пневмомолотів, оснащених руйнівними гільзами з ножами, ребрами та розширювачами. Робота обладнання забезпечується компресором. Під дією стисненого повітря механізм здійснює зворотно-поступальні рухи, передаючи ударне навантаження на розширювач та стару трубу.

У процесі роботи стара труба руйнується, розрізається ножом, а уламки відтискаються у ґрунт. Одночасно створюється порожнина необхідного діаметра, в яку проштовхується новий полімерний трубопровід. Нова труба монтується секціями, які послідовно нарощуються у стартовому котловані. Як і при інших способах реновації, роботи починаються з облаштування стартового та приймального котлованів. Особливу увагу приділяють точному центруванню пневмопробійника відносно осі аварійного трубопроводу. У стартовому котловані також облаштовують сталевий упор для роботи обладнання. Вимоги до приймального котловану менш складні — головне забезпечити зручне введення нової труби. Метод підходить для трубопроводів із будь-яких матеріалів та дозволяє відновлювати мережі діаметром до 2000 мм. Продуктивність робіт може досягати 260 м за зміну.

Санація методом гідропроколу

Відновлення трубопроводу методом гідропроколу здійснюється за допомогою спеціальної труби з металевим наконечником. Найчастіше використовують наконечники конічної форми, оскільки кут загострення безпосередньо впливає на зусилля проколу. Роботи розпочинаються з облаштування стартового та фінішного котлованів. У стартовому котловані встановлюють гідравлічний домкрат, у який монтують трубу з наконечником.

Під дією домкрата труба поступово просувається всередині старого трубопроводу. Під час руху наконечник руйнує стару трубу та одночасно створює простір для прокладання нової. За допомогою системи локації оператор контролює напрямок і параметри виконання робіт. Метод гідропроколу використовується переважно для трубопроводів невеликих діаметрів — до 600 мм — і на відстанях до 60 м.

Переваги методів санації з руйнуванням трубопроводів

Основними перевагами реновації є:

- відсутність необхідності проведення телеінспекції та очищення трубопроводу;
- можливість швидкого прокладання нових труб;
- збільшення пропускної здатності мережі;
- придатність для сильно пошкоджених трубопроводів;
- можливість виконання робіт у складних гідрогеологічних умовах та на будь-якій глибині;
- ефективність у щільній міській забудові;
- незалежність від кліматичних умов.

До недоліків можна віднести те, що технологію небажано застосовувати у місцях із великою кількістю підземних інженерних комунікацій, оскільки руйнівна головка під час роботи вдавлює уламки старої труби у ґрунт, що може створити небезпеку для сусідніх мереж. Крім того, суттєвим недоліком є висока

вартість обладнання. Проте значна продуктивність і швидкість виконання робіт забезпечують високу економічну ефективність технології у перспективі.

Ми розглянули основні способи санації трубопроводів водовідведення із руйнуванням старої труби. Завдяки різноманіттю сучасних безтраншейних технологій можна обрати найбільш ефективний метод відновлення мереж залежно від умов експлуатації та технічного стану трубопроводу.

Висновки

Санація трубопроводів водовідведення є сучасною альтернативою традиційному траншейному способу ремонту мереж. Порівняно з відкритими методами вона має низку важливих переваг:

1. відсутність необхідності руйнування дорожнього покриття, тротуарів та обмеження руху транспорту;
2. висока швидкість виконання робіт;
3. можливість проведення санації незалежно від пори року та погодних умов;
4. використання сучасних полімерних труб, стійких до корозії, що не потребують додаткової ізоляції;
5. покращення гідравлічних характеристик трубопроводу після відновлення.

Методи санації є економічно вигідними, оскільки дозволяють використовувати існуючу трасу трубопроводу без виконання масштабних земляних робіт. Відсутня необхідність у значних витратах на розробку та зворотне засипання траншей, залучення великої кількості техніки та робочої сили. Крім того, суттєво знижуються витрати на відновлення дорожнього покриття, зелених насаджень та благоустрою території. Також мінімізується ризик пошкодження сусідніх інженерних мереж.

Безтраншейні технології є екологічно безпечними, оскільки завдають мінімального впливу навколишньому середовищу. Отже, санація мереж водовідведення в умовах сучасної міської забудови є ефективним та актуальним рішенням проблеми реконструкції трубопроводів.

Отже, сучасні методи санації трубопроводів водовідведення дозволяють ефективно відновлювати працездатність мереж без значних земляних робіт, зменшувати витрати на реконструкцію та мінімізувати негативний вплив на міську інфраструктуру. Використання безтраншейних технологій забезпечує підвищення надійності та довговічності трубопроводів, а також сприяє покращенню екологічної безпеки систем водовідведення.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

Вступ

Розділ бакалаврської роботи «Охорона праці» присвячений аналізу небезпечних і шкідливих виробничих чинників, а також розробленню заходів, спрямованих на їх запобігання або зниження негативного впливу. Основною метою є створення безпечних умов праці, попередження виробничого травматизму, професійних захворювань, а також недопущення виникнення пожеж і аварійних ситуацій.

Основним об'єктом дослідження в галузі охорони праці є працівник у процесі виконання трудових обов'язків, умови праці, виробниче середовище та взаємодія людини з технологічними процесами, машинами й обладнанням.

Запропоновані заходи повинні забезпечувати безпечне виконання будівельно-монтажних робіт і створювати необхідні умови для надійної та безпечної експлуатації спроектованих об'єктів [16, 17].

4.1. Виробнича санітарія

4.1.1. Розрахунок потреби у тимчасових побутових приміщеннях

Одним із головних завдань виробничої санітарії на будівельному майданчику є створення безпечних та комфортних умов праці для працівників. З цією метою на території будівництва передбачається встановлення тимчасових побутових приміщень.

Розрахунок 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	Потрібна площа, м ²
1	2	3	4	5
1	Душові	Ч – 55	0,55	11
		Ж – 15	0,55	5
2	Гардероб	Ч – 55	0,68	42
		Ж – 15	0,68	18
3	Санітарний вузол	Ч – 55	0,1	6
		Ж – 15	0,1	3,75
4	Приміщення для прийому їжі	75	1,0	19
5	Приміщення для сушіння та очищення взуття	75	0,2	13,5
6	Приміщення для обігріву та захисту працівників від атмосферних опадів і сонячного випромінювання	75	0,7	51
7	Приміщення для відпочинку	75	0,7	51

$$\Sigma = 220 \text{ м}^2$$

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

$$n = \frac{220}{15} = 14,5. \quad (4.1)$$

Приймаємо до встановлення 15 вагончиків.

4.1.2. Розрахунок освітлення майданчика

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

Для освітлення майданчика приймаємо прожектори типу ПЗС-45 з потужністю лампи 1200 Вт та напругою 220 В.

Кількість прожекторів, необхідних для забезпечення нормативного освітлення площі S , визначається за формулою:

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

Коефіцієнт (m) визначається за формулою:

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

Після підстановки значень отримуємо:

$$n = \frac{50 \cdot 1,5 \cdot 686}{18200 \cdot 0,38 \cdot 0,75} \approx 12.$$

Таким чином, для освітлення будівельного майданчика необхідно встановити 12 прожекторів типу ПЗС-45.

Прожектори монтуються на спеціальних мачтах. Висоту мачти визначаємо за формулою:

$$h = \sqrt{\frac{I_{cv}}{300}} = \sqrt{\frac{18200}{300}} = 6,1, \quad (4.4)$$

де I_{cv} — світловий потік прожектора.

4.1.3. Тимчасовий водопровід для побутових та пожежних потреб будівельного майданчика

Для водопостачання прокладається тимчасова водопровідна мережа діаметром 100 мм.

Пожежні гідранти встановлюються на відстані 2,5 м від краю дороги та не більше 100 м один від одного.

Також передбачено підведення води до умивальників, санітарних вузлів та інших приміщень.

4.1.4. Боротьба з шумом та вібрацією

Вібрація є постійним супутником багатьох будівельних і виробничих процесів та негативно впливає на організм людини.

Основним завданням виробничої санітарії є розроблення та впровадження заходів, спрямованих на зменшення шкідливого впливу вібрації на працівників.

Місцева вібрація впливає не лише на органи, які безпосередньо контактують із вібруючими механізмами, а й на центральну нервову систему та інші органи людини. Медичні дослідження свідчать, що тривалий вплив виробничої вібрації призводить до погіршення самопочуття працівників та зниження продуктивності праці.

На початкових стадіях негативний вплив вібрації проявляється у вигляді швидкої втомлюваності, головного болю, болю в суглобах та пальцях рук.

Відповідно до санітарних норм забороняється працювати з вібраційним інструментом понад 2/3 тривалості робочого дня. Крім того, мають бути передбачені регламентовані перерви для відпочинку.

Заходи боротьби з вібрацією необхідно передбачати ще на стадії проектування будівельного виробництва.

Санітарно-гігієнічні заходи на будівельному майданчику включають забезпечення працівників засобами індивідуального захисту від вібрації та контроль за їх використанням, а також проведення періодичних медичних оглядів працівників.

Для зменшення рівня вібрації, що передається на руки при роботі з ручними механізмами, рекомендується застосування спеціальних рукавиць з амортизуючими вставками із поролону товщиною 12 мм.

Зниження загальної вібрації також досягається використанням спеціального взуття з амортизувальною підошвою. Однак необхідно враховувати, що таке взуття не завжди є зручним для постійного використання.

Одним із шкідливих виробничих факторів є також шум, рівень якого не повинен перевищувати допустимі норми — 75 дБ.

Виробничий шум виникає внаслідок ударів, тертя та роботи рухомих частин машин і механізмів. Тривалий вплив шуму негативно впливає на слух людини та загальний стан її здоров'я.

Для зниження шкідливого впливу шуму необхідно передбачати перерви для відпочинку працівників, а також застосовувати шумоізоляційні заходи та засоби індивідуального захисту органів слуху.

4.2. Техніка безпеки

4.2.1. Безпечні методи виконання будівельно-монтажних робіт

Адміністрація будівельного майданчика зобов'язана забезпечити створення безпечних і здорових умов праці для всіх працівників. Під час виконання будівельно-монтажних робіт необхідно дотримуватись вимог чинних нормативних документів з охорони праці, а також інструкцій щодо організації робіт у зоні міського руху транспорту та інших спеціалізованих нормативів з техніки безпеки.

Забороняється допускати працівників до виконання робіт без проведення вступного та первинного інструктажів з охорони праці. Територія будівництва повинна бути огорожена, доступ сторонніх осіб — обмежений, а небезпечні зони — позначені попереджувальними знаками та написами, які мають бути добре помітними як у денний, так і в нічний час.

Усі працівники повинні бути забезпечені спеціальним одягом, спеціальним взуттям та, за необхідності, іншими засобами індивідуального захисту відповідно до характеру виконуваних робіт.

Розташування постійних і тимчасових споруд, транспортних шляхів, мереж водо- та електропостачання, будівельних машин, механізмів, складських майданчиків та інших елементів будівельного майданчика повинно відповідати рішенням, прийнятим у проєктній документації.

Проєкт виконання робіт має передбачати застосування сучасних технологій, раціонального обладнання та пристроїв, а також високий рівень організації

праці, що забезпечує дотримання вимог техніки безпеки та запобігає виробничому травматизму. Крім того, у ППР необхідно передбачити заходи безпеки при одночасному виконанні робіт на різних висотних рівнях, організацію освітлення робочих зон, тимчасове огороження небезпечних ділянок та профілактику електротравматизму.

Під час організації робіт на будівельному майданчику слід враховувати наявність небезпечних зон, які можуть мати постійний або тимчасовий характер залежно від виду будівельних процесів.

4.2.2. Розрахунок небезпечних зон при виконанні земляних робіт

Під час будівництва насосної станції передбачається виконання таких робіт:

- зрізання рослинного шару ґрунту бульдозером;
- розробка котловану екскаватором-драглайном;
- остаточне очищення дна котловану та зворотне засипання бульдозером.

У разі наявності в зоні виконання земляних робіт підземних інженерних мереж необхідно отримати дозвіл організацій, які експлуатують ці комунікації.

Розробка котловану здійснюється з відкосами у співвідношенні 1:0,75. Для ґрунтів II категорії кут відкосу приймається рівним 60°.

До керування землерийними машинами допускаються лише працівники, які пройшли відповідне навчання та склали кваліфікаційний іспит.

Екскаватор обладнується звуковою сигналізацією та встановлюється на спланованому майданчику із застосуванням упорів, що запобігають його самовільному переміщенню.

Завантаження ґрунту в автосамоскиди повинно виконуватись з боку або ззаду транспортного засобу. Під час завантаження перебування людей між екскаватором і транспортним засобом забороняється.

У зоні роботи землерийної техніки перебування сторонніх осіб під час роботи машин не допускається.

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

$$L_1 = 0,5 + \frac{B}{2} = 0,5 + \frac{3,1}{2} = 2,05$$

Загальна безпечна відстань визначається за формулою:

$$L = L_1 + H \left(\frac{1}{\operatorname{tg}\phi} - \frac{1}{\operatorname{tg}\phi} \right),$$

де: ϕ — кут природного відкосу ґрунту, $\phi = 25^\circ$;

H — глибина котловану, $H = 6$ м.

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 не менше 11 м.

4.2.3. Розрахунок стропів

Для забезпечення безпечного виконання монтажних робіт важливе значення має правильний вибір такелажних пристроїв, вантажозахоплювальних механізмів і засобів тимчасового закріплення конструкцій. Підймання та переміщення вантажів здійснюється за допомогою стропів.

Розрахунок навантаження на одну вітку стропа виконується за формулою:

$$S = \frac{Q}{n \cdot \cos \alpha \cdot k'},$$

де: Q — маса найбільш важкої конструкції, $Q = 6$ т;

n — кількість віток стропа, $n = 4$;

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

k — коефіцієнт нерівномірності натягу.

Після підстановки значень:

$$S = \frac{6}{4 \cdot 0,7 \cdot 0,45} = 4,76\text{т}$$

Розривне зусилля стропа визначається за формулою:

$$S_p = k \cdot S = 4,76 \cdot 4,5 = 21,42\text{т.}$$

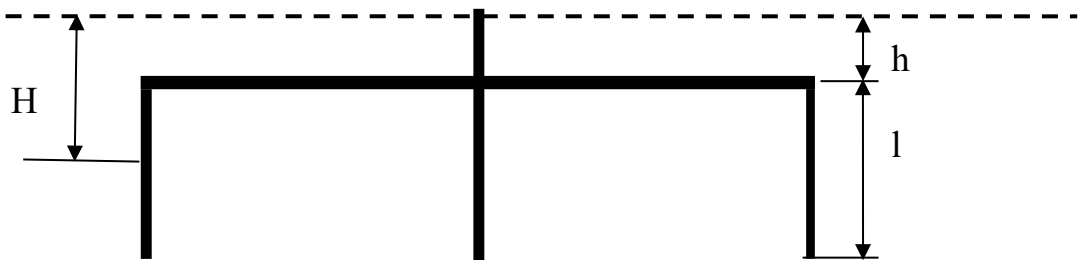
де: k — коефіцієнт запасу міцності, $k = 4,5$.

Під час роботи крана небезпечна зона повинна бути позначена відповідними знаками безпеки. Маса вантажу разом із вантажозахоплювальними пристроями та тарою не повинна перевищувати допустиму вантажопідйомність крана при заданому вильоті стріли.

4.2.4. Розрахунок заземлення

Електропостачання будівельного майданчика здійснюється від міської електромережі. Підведення електроенергії виконується за трипровідною системою, прокладеною на опорах висотою 4,5 м.

Для влаштування заземлення використовуються сталеві труби діаметром 50 мм і довжиною 3 м.



Глибина розташування центра заземлювача визначається за формулою:

$$H = h + \frac{l}{2},$$

Ширина сталеві смуги приймається 40–50 мм, товщина — 4–7 мм.

$$H = 0,8 + \frac{300}{2} = 230 \text{ см.}$$

Опір одного трубчастого заземлювача визначається:

$$R_{mp} = 0,366 \frac{\rho}{l} \left(\ln \frac{2l_B}{d_B} + 0,5 \ln \frac{4H+l_B}{4h-l_B} \right), \text{ Ом}$$

де: ρ — питомий опір ґрунту, для суглинків $\rho = 7100 \text{ Ом} \cdot \text{см}$;

$$l = 350 \text{ см};$$

$$d = 4,8 \text{ см};$$

$$H = 230 \text{ см.}$$

Після розрахунку отримуємо:

$$R_{mp} = 0,366 \frac{7000}{300} \left(\ln \frac{2 \cdot 300}{0,05} + 0,5 \ln \frac{4 \cdot 230 + 300}{4 \cdot 230 - 300} \right) = 19 \text{ Ом.}$$

Необхідна кількість заземлювачів визначається за формулою:

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

Результат розрахунку:

$$n = \frac{19 \cdot 1,8}{4 \cdot 0,85} = 4,4 \text{ шт.}$$

Приймаємо чотири заземлювальні елементи.

Опір з'єднувальної смуги визначаємо за формулою:

$$R_{смуги} = 0,366 \frac{\rho}{l_{пол}} \ln \frac{2l_{пол}^2}{h \cdot b \cdot \eta_{смуги}},$$

Довжина смуги:

$$l_{смуги} = 1,05 \cdot d \cdot n = 1,05 \cdot 3 \cdot 4 = 12 \text{ м,}$$

Після розрахунку:

$$R_{смуги} = 0,366 \frac{7000}{12} \ln \frac{2 \cdot 12^2_{пол}}{0,8 \cdot 6 \cdot 0,5} = 4,2 \text{ Ом.}$$

Фактичний опір заземлення:

$$R_3 = \frac{R_{mp} R_{смуги}}{R_{mp} + R_{смуги}} = \frac{4,2 \cdot 4}{4,2 + 4} = 3,95 \leq 4 \text{ Ом.}$$

Отримане значення не перевищує допустимого нормативного опору 4 Ом, тому система заземлення відповідає вимогам безпеки.

4.3. Пожежна безпека

4.3.1. Визначення категорії будівель за вибухопожежною небезпекою (згідно з ДСТУ Б В.1.1-36:2016 «Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою»)

Під час розроблення генерального плану будівництва, поряд зі створенням безпечних і комфортних умов праці для працівників, необхідно передбачати комплекс санітарних та протипожежних заходів. Також важливо забезпечити нормативні відстані між межами підприємства та житловими чи громадськими будівлями, а споруди об'єднувати у функціональні комплекси відповідно до їх призначення.

Будівлі та споруди слід розміщувати з урахуванням рельєфу місцевості та переважаючого напрямку вітру. Територія підприємства повинна бути забезпечена під'їзними шляхами, необхідними інженерними мережами та умовами для оперативного доступу пожежної техніки.

Для забезпечення можливості швидкого гасіння пожеж на будівельному майданчику генеральним планом передбачено необхідний запас води для пожежогасіння. Дорожня мережа та тимчасовий водопровід повинні бути прокладені ще заздалегідь.

На території будівельного майданчика розташовуються склади арматури та залізобетонних конструкцій, які відповідно до нормативних вимог належать до III ступеня вогнестійкості.

4.3.2. Визначення ступеня вогнестійкості будівлі або споруди

Відповідно до ДБН В.1.1-7:2002 «Пожежна безпека об'єктів будівництва», під вогнестійкістю будівель і споруд розуміють здатність будівельних конструкцій витримувати вплив високих температур під час пожежі та зберігати свої експлуатаційні властивості.

Вогнестійкість є однією з основних характеристик будівельних конструкцій і регламентується чинними будівельними нормами та правилами.

Необхідний ступінь вогнестійкості промислових будівель і споруд визначається залежно від функціонального призначення об'єкта, категорії вибухопожежної небезпеки, поверховості, об'єму будівлі та наявності автоматичних систем пожежогасіння.

Об'єктом проєктування в даній роботі є насосна станція, яка належить до II ступеня вогнестійкості та категорії В за пожежною небезпекою. Витрати води на гасіння однієї пожежі приймаються рівними 7 л/с.

У будівлі передбачаємо влаштування внутрішнього протипожежного водопроводу. Протипожежні крани розміщуються у доступних та добре помітних місцях — біля входів і в коридорах.

4.3.3. Протипожежні заходи на майданчику будівництва

Будівельний майданчик проектується з вільними під'їзними шляхами та пожежними гідрантами, які встановлюються на тимчасовому водопроводі на відстані 2,5 м від краю дороги та не більше 100 м один від одного.

Тимчасове електропостачання виконується ізольованими проводами, підвішеними на опорах. Висота підвішування повинна становити не менше 2,5 м над робочими зонами, 3,5 м над проходами та 6 м над проїздами. Прокладання проводки на висоті менше 2,5 м допускається лише в металевих трубах або захисних коробах.

Відповідальність за дотримання вимог пожежної безпеки на будівельному майданчику покладається на керівника будівництва. Для оперативного повідомлення про виникнення пожежі та виклику пожежної служби організовується телефонний зв'язок із цілодобовим доступом.

Діаметр тимчасового протипожежного водопроводу приймається 100 мм.

На будмайданчику передбачено спеціально обладнане місце для паління, оснащене навісом, лавкою та попільничкою.

Місця встановлення пожежних гідрантів позначаються на будівельному генеральному плані.

Увесь пожежний інвентар повинет бути червоного кольору. Первинні засоби пожежогасіння розміщуються на пожежних щитах, установлених у добре видимих і доступних місцях.

4.3.4. Необхідна кількість та вибір типів вогнегасників

У проєкті передбачено спеціальний майданчик для розміщення протипожежного інвентарю. На ньому встановлюються вогнегасники типу ВП-2, призначені для гасіння будь-яких горючих речовин та матеріалів.

Вогнегасною речовиною в таких вогнегасниках є порошкова речовина.

У приміщенні виконробської передбачається встановлення двох вогнегасників та пожежного щита.

ВИСНОВОК

1. Розроблено розділ «Охорона праці», у межах якого проведено аналіз виробничих небезпек і шкідливих факторів, що можуть впливати на працівників під час виконання робіт.
2. Розроблено комплекс заходів, спрямованих на попередження та зменшення негативного впливу небезпечних і шкідливих виробничих чинників, що дозволяє знизити ризик виникнення виробничого травматизму, професійних захворювань, пожеж та аварійних ситуацій..

ВИСНОВКИ

1. У бакалаврській роботі проведено гідравлічний розрахунок виробничо-побутової каналізаційної мережі. Побудовано поздовжні профілі головного та бокового колекторів, які забезпечують відведення стічних вод до очисних споруд.
2. Здійснено гідравлічний розрахунок мережі дощової каналізації та розроблено її поздовжній профіль.
3. Проаналізовано питання введення збудованих мереж в експлуатацію та встановлено основні показники, за якими оцінюється технологічна готовність систем водовідведення.
4. Проаналізовано основні методи санації трубопроводів мереж водовідведення. Завдяки різноманітності сучасних безтраншейних технологій ремонту існує можливість вибору найбільш ефективного способу відновлення трубопроводів залежно від умов експлуатації.
5. Розроблено розділ «Охорона праці», у якому розглянуто виробничі небезпеки та професійні шкідливості, а також запропоновано заходи щодо їх попередження та зниження негативного впливу з метою запобігання виробничому травматизму, професійним захворюванням, пожежам і аваріям.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Обухов Є.В. Показники забезпеченості населення України водними ресурсами на початку 2019 року. Гідроенергетика України. № 1-2, 2019. С. 31–35.
2. Яцик А.В., Грищенко Ю.М., Волкова Л.А. Водні ресурси: використання, охорона, відтворення, управління: Підручник для студентів вищих навч. закладів. Київ: Генеза, 2007. 360 с.
3. Обухов Є.В. Сучасні показники забезпечення населення України водними ресурсами. Український гідрометеорологічний журнал, 2011, № 8. С. 176–181.
4. ДБН В.2.5 - 74: 2013. Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. – Київ, 2013.
5. Лукиных А.А., Лукиных Н.А. Таблицы для гидравлического расчета канализационных сетей и дюкеров по формуле академика Н.Н. Павловского. -М.: Стройиздат, 1974.
6. ДБН В.2.5 - 75:2013. Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. – Київ, 2013.
7. ВСН 63-76 Інструкція з розрахунку зливого стоку води з малих басейнів
8. http://www.sugroup.com.ua/files/Flygt_Broshuri_Ru/2168940.pdf
9. Інструкція обліку та класифікації аварій на міських водопровідних та каналізаційних системах. КДІ 204-12, Укр. 213-92.
10. 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
11. НПА ОП 41.0-1.01-79. Правила техніки безпеки при експлуатації систем водопостачання та водовідведення населених місць

12. Душкін С.С., Дегтяр М.В. Надійність водопроводно-каналізаційних систем./ конспект лекцій. Харків, ХНУМГ ви. О.М. Бетова, 2015,-115 с.
13. В.О. Орлов, Л.Л. Литвиненко, О.М. Квартенко. Обладнання та експлуатація систем водопостачання і водовідведення : навч. посібник – Рівне : НУВГП, 2011. – 288 с.
14. А.І. Алейнікова, Б.С. Сорокін, В.Ю. Сорокіна. Розрахунок ефективності впровадження моніторингу стійкого функціонування комплексу каналізаційних мереж і споруд. Науковий вісник будівництва. – Харків: ХНУБА, ХОТВ АБУ, 2021. - Том 105, №3 - С.51-58.
15. С.М. Епоян, В.Ю. Сорокіна, О.Г. Ісакієва, О.Г. Гайдучок. Технологія безтраншейної реновації трубопроводів водовідведення методом спіральної навивки. Науковий вісник будівництва. – Харків: ХНУБА, ХОТВ АБУ, 2021. – Том 104, № 2 – С.278-283.
16. Закон України про охорону праці. - К., 2002.
17. <http://dnop.com.ua>. Державні нормативні акти з охорони праці.
18. ДБН А.3.2.-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека в будівництві. Основні положення»