

Міністерство освіти та науки України
Національний університет водного господарства та природокористування
Навчально-науковий інститут будівництва та архітектури
Кафедра водопостачання, водовідведення та бурової справи

Борисовець Савелій Михайлович

(прізвище, ім'я, по батькові магістра)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Ступінь вищої освіти – другий (магістерський)

Освітньо-професійна програма – Водопостачання та водовідведення

Спеціальність – 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

Галузь знань – 19 «Архітектура та будівництво»

(наменування кваліфікаційної роботи)

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень.
Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання
на відповідне джерело Борисовець С.М.

(підпис)

(прізвище та ініціали магістра)

Керівник: Ковальчук В.А., д.т.н., професор

(прізвище та ініціали, науковий ступінь, вчене звання керівника)

Рівне – 2023

Зміст

Вступ	4
1. Вихідні дані до проекту (роботи)	6
2. Літературний огляд	7
3. Обґрунтування вибраної технології реконструкції очисних споруд	16
4. Розрахунок основних споруд	18
4.1. Решітки	18
4.2. Піскоуловлювачі	18
4.3. Розрахунок блоку ємностей з попередньою денітрифікацією	19
4.4. Аеробна стабілізація осаду	24
4.5. Вторинні відстійники	25
4.6. Знезаражування стічних вод	25
5. Технологія та організація будівельно-монтажних робіт	27
5.1 Характеристика споруди та її конструктивні особливості	27
5.2. Склад і об'єм будівельно-монтажних робіт	27
5.2.1. Визначення розмірів траншей і об'єму земляних робіт під трубопроводи	28
5.2.2. Техніко-економічний вибір варіантів екскаваторів	32
5.2.3. Визначення марки і кількості вантажних автомобілів для транспортування зайвого ґрунту	35
5.2.4. Монтажні роботи при будівництві трубопроводу	36
5.3. Складання калькуляції трудових витрат	37
5.4. Календарний план	38
5.4.1. Побудова календарного графіка	38
5.4.2. Техніко-економічні показники календарних планів	38
5.5. Технологічна карта на монтаж трубопроводів	39
5.5.1. Область застосування карти	39
5.5.2. Організація і технологія будівельного процесу	39
5.6. Будівельний генеральний план	42

5.6.1.	Розрахунок площ складів	43
5.6.2.	Розрахунок тимчасових будинків виробничого, побутового і адміністративного призначення	44
5.6.3.	Розрахунок тимчасового водопостачання будівельного майданчика	46
5.6.4.	Розрахунок енергопостачання будмайданчику	47
5.7.	Техніка безпеки на будівельному майданчику	48
6.	Охорона праці	48
6.1.	Охорона праці при монтажі трубопроводу	48
6.2.	Охорона праці під час риття траншей	51
6.3.	Охорона праці при ритті траншей екскаваторами	55
6.4.	Охорона праці при монтажних роботах	59
6.5.	Охорона праці при оснащенні арматурою споруд водопостачання	65
7.	Техніко-економічні показники проекту	67
7.1.	Визначення будівельної вартості споруд системи водовідведення	68
7.2.	Визначення експлуатаційних витрати системи водовідведення	69
7.2.1.	Витрати на реагенти	69
7.2.2.	Витрати на електроенергію	70
7.2.3.	Заробітна плата робітників	72
7.2.4.	Амортизаційні відрахування	72
7.2.5.	Затрати на поточний ремонт	73
7.2.6.	Інші витрати	74
7.3.	Визначення собівартості послуг водовідведення при реконструкції	74
7.4.	Визначення техніко-економічних показників проекту	74
	Список використаних джерел	76

Вступ

Актуальність теми. Блоки ємностей (БЄ) знайшли широке застосування у вітчизняній та закордонній практиці для очистки міських стічних вод і стічних вод деяких підприємств харчової промисловості. Однак, вітчизняні БЄ виявилися не придатними до можливості розширення очисних споруд і при збільшенні витрат очищуваних стічних вод, зростанні вимог до якості очистки стічних вод за біогенними елементами. Тому наукові дослідження в напрямку збільшення продуктивності очисних споруд і підвищення ефективності видалення біогенних елементів із стічних вод є надзвичайно актуальними.

Зв'язок з науковими програмами, планами, темами. Робота виконана у відповідності до кафедральної науково-дослідної теми «Розробка ресурсоекономних споруд та схем водопідготовки і очистки стічних вод населених пунктів та промислових підприємств» на 2022-2024 роки.

Мета роботи полягає в науковому обґрунтуванні та розробці технологічної схеми реконструкції на сучасній основі блоків ємностей. Для досягнення поставленої мети було визначено такі задачі:

- провести аналіз результатів застосування БЄ для очистки міських і промислових стічних вод і визначити їх основні недоліки у роботі;
- обґрунтувати головні напрямки інтенсифікації роботи і реконструкції діючих БЄ для очистки міських і промислових стічних вод;
- розробити проект реконструкції діючих очисних споруд для очистки міських стічних вод на основі БЄ з біологічним видаленням сполук азоту і фосфору;
- здійснити техніко-економічну оцінку розробленої технологічної схеми реконструкції БЄ.

Об'єкт досліджень - стічні води населеного пункту з витратою 1677 м³/добу.

Предмет досліджень – ефективність, параметри і режими роботи БЄ для очистки міських стічних вод з біологічним видаленням сполук азоту і фосфору.

Методи досліджень – науковий аналіз, що полягає в огляді закордонної і вітчизняної літератури; теоретичний аналіз впливу технологічних і конструктивних параметрів на ефективність роботи БС; застосування сучасної методики розрахунку споруд для біологічної дефосфатації та нітрифікації-денітрифікації.

Наукова новизна одержаних результатів:

- встановлені особливості здійснення процесу біологічної очистки стічних вод, біологічної дефосфатації та нітрифікації-денітрифікації в блоках ємностей;
- обґрунтована технологічна схема біологічної очистки міських стічних вод з біологічною дефосфатацією та нітрифікацією-денітрифікацією на базі блоків ємностей.

Практичне значення одержаних результатів: розроблена технологічна схема може використовуватись при реконструкції блоків ємностей для очистки міських і виробничих стічних вод.

Структура і об'єм магістерської роботи: Робота складається з вступу та семи розділів. Робота викладена на 78 сторінках друкованого тексту, містить 12 таблиць, 13 рисунків, список використаної літератури 36 вітчизняних та закордонних авторів.

1. Вихідні дані до проекту (роботи)

Перша черга очисних споруд міста Перемога Дніпропетровської області продуктивністю 900 м³/добу була збудована у 2002 році. До складу першої черги входили наступні споруди: механізована барабанна решітка, розміщена в будівлі; горизонтальний піскоуловлювач з механізованим видаленням піску, розміщений у тій ж само будівлі; один трисекційний блок ємностей із вторинними відстійниками контактний резервуар і мулові майданчики.

Згідно завдання на проектування сумарна добова витрата очищуваних стічних вод м. Перемога, попередньо очищених стічних вод молокозаводу, стічних вод зливної станції, мулової води з аеробних стабілізаторів і дренажної води з мулових майданчиків, що надходять на очисні споруди, становить 1627 м³/добу, а концентрації забруднень суміші стічних вод становлять: завислі речовини – 436 мг/дм³, ХПК – 655 мг/дм³, БПК_{повн} – 498 мг/дм³, БПК₅ – 382 мг/дм³, азот загальний (N) – 71,2 мг/дм³, азот амонійних солей (N) – 51,8 мг/дм³, фосфор загальний (P) – 15,8 мг/дм³, фосфор фосфатів – 12,6 мг/дм³.

Розрахункова годинна витрата очищуваних стічних вод становить 125 м³/год.

Технологічною схемою не передбачається первинне освітлення стічних вод.

Будівництво другої черги очисних споруд було завершено в 2013 році, внаслідок чого їх продуктивність зросла до 2000 м³/добу. Було додатково встановлено в існуючій будівлі ще одну механізовану барабанну решітку і горизонтальний піскоуловлювач. Було завершено будівництво цеху механічного зневоднення осаду на дегідраторах.

Однак, внаслідок запланованого генпланом збільшення населення міста витрата очищуваних стічних вод у найближчій перспективі має зрости до 1677 м³/добу. Передбачається також зростання вимог до якості очищених стічних вод за біогенними елементами. Внаслідок цього було прийняте рішення на реконструкцію каналізаційних очисних споруд міста.

Середньодобова витрата очищуваних стічних вод 1627 м³/добу, максимальна годинна витрата стічних вод – 125 м³/год.

Показники забруднень очищених стічних вод: завислі речовини – 15 мг/дм³; ХПК – 80 мг/дм³; БПК₅ – 15 мг/дм³; азот органічний (N) – 2,0 мг/дм³, азот амонійних солей (N) – 1,41 мг/дм³, азот нітратів (N) – 6,4 мг/дм³, фосфор загальний (P) – 2,0 мг/дм³; рН – 7,7.

2. Літературний огляд

Блоки ємностей для станцій біологічної очистки стічних вод продуктивністю 100-35000 м³/добу були розроблені проектним інститутом ЦНІІЕП інженерного обладнання [1].

Блоки ємностей призначені для використання в складі станцій біологічної очистки побутових і близьких до них за складом виробничих стічних вод. Блок ємностей забезпечує повну біологічну очистку стічних вод, що пройшли решітки і піскоуловлювачі з доведенням концентрації забруднень по завислим речовинам і БПК_{повн} до 15 мг/л.

Блок ємностей складається з чотирьох секцій кожна шириною 9 м. Розроблені варіанти блока ємностей з первинною відстоюванням і без первинною відстоювання. Кожна секція блоку ємностей з первинним відстоюванням має наступний склад: первинний горизонтальний відстійник, аеротенк, вторинний горизонтальний відстійник, аеробний стабілізатор. При варіанті без первинного відстоювання кожна секція блока має наступний склад: аеротенк, вторинний горизонтальний відстійник, аеробний стабілізатор. Всі вказані споруди перемінної довжини, що приймається при прив'язуванні проекта в залежності від необхідного об'єму шляхом добавляння вставок довжиною 6 м - для первинних відстійників, аеробних стабілізаторів, вторинних відстійників і 3 м - для аеротенка. Блок ємності розроблений зі стінами із збірних залізобетонних панелей серії 3.900-3.

Блоки ємностей малої продуктивності (до 700 м³/добу) передбачали в своєму складі приймальну камеру, аеротенки продовженої аерації, вторинні

відстійники, контактні резервуари, мулові камери, ерліфти і були обладнані механічною аерацією. Також для цих продуктивностей були блоки з доочисткою і без доочистки.

Типовий проект ТП 902-3-14 був розроблений на продуктивність 1400-2700 м³ за добу і був як з первинним відстоюванням так і без первинно відстоювання, а до складу споруд входили (або не входили) первинні відстійники, регенератор, стабілізатор мулу, аеротенк, вторинний відстійник, контактні резервуари, насоси, ерліфти.

Таким само за складом споруд був типовий проект ТП 902-3-15. Він також був з відстоюванням чи без первинного відстоювання, однак продуктивність його становила від 4200 до 7000 м³/добу.

Блок ємностей продуктивністю 10000 м³/добу за типовим проектом ТП 902-3-20 був як з первинним відстійник відстоюванням, так і без первинного відстоювання. Крім первинних відстійників входили до складу цього блоку аератори-стабілізатори, вторинні відстійники і аеротенки.

Стічні води в блоці ємностей проходять послідовно очистку в первинних відстійниках, аеротенках і вторинних відстійниках при варіанті безперервно відстоювання, в аеротенках і вторинних відстійниках. Надлишковий активний мул разом з осадом з первинних відстійників піддається обробці. При варіанті без первинного відстоювання в аеробних стабілізаторах обробляється надлишковий активний мул. В схемі зневоднення осаду на центрифугах разом з осадом в аеробних стабілізаторах обробляється фугат. Подача повітря для аерації і роботи ерліфтів здійснюються від повітрорудної станції, що розміщена у виробничій будівлі.

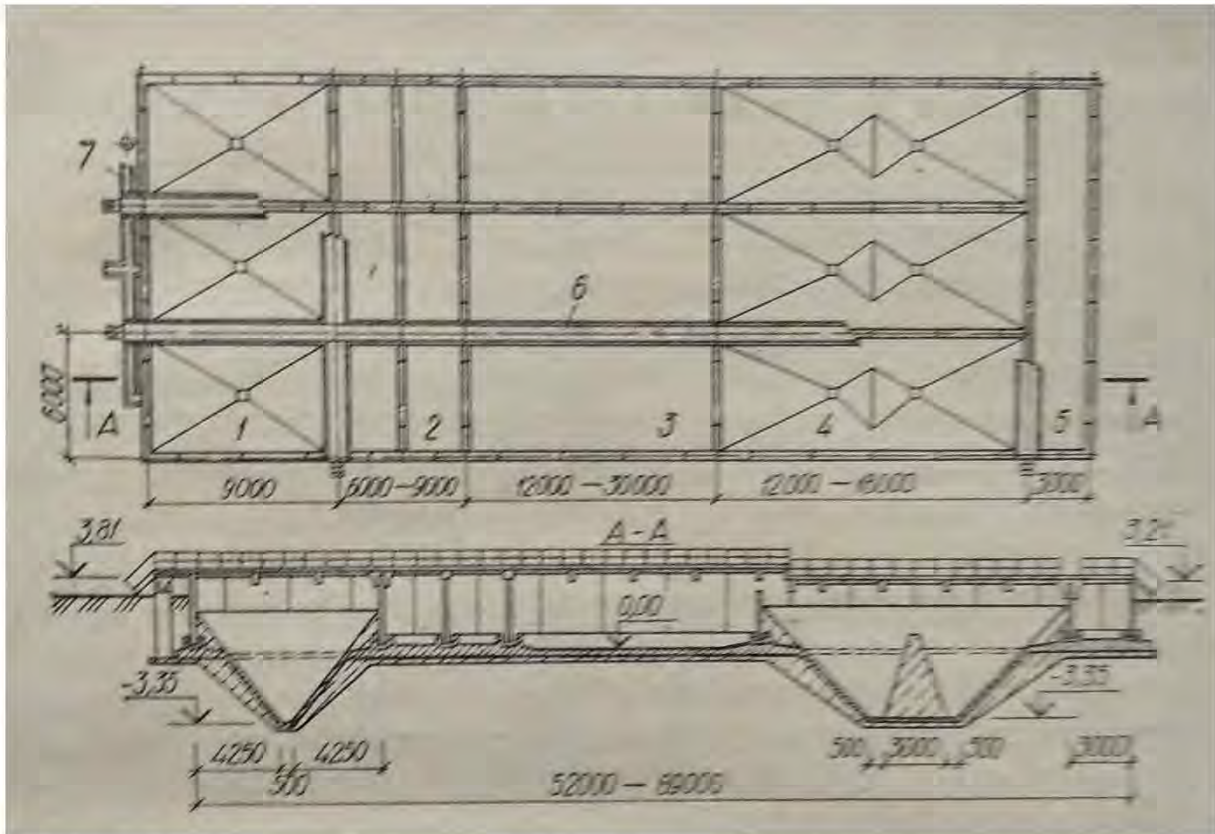


Рис. 1. Блок ємностей пропускнуою здатністю 4,2 і 7 тис. м³/добу для станцій біологічної очистки стічних вод: 1-первинний відстійник; 2-аеробний стабілізатор і регенератор; 3-аеротенк; 4-вторинний відстійник; 5-контактний резервуар; 6-місток для обслуговування; 7-підвідний лоток [2]

Без первинного відстоювання були також блоки ємностей за типовим проектом ТП 902-3-20 продуктивністю 1677 і 25000 м³/добу. Типовий проект ТП 902-3-33.84 мав продуктивність 35000 м³/добу і в своєму складі мав первинні відстійники, аератори-стабілізатори, вторинні відстійники і аеротенки.

Розглянемо принцип роботи блоку ємностей за ТП 902-3-20.

В проекті прийняті первинні відстійники горизонтальні. Розподіл стічних вод по секціям здійснюється через розподільний лоток по двом трубопроводам в кожену секцію. Для регулювання подачі стоків і відключення секцій на початку подаючих трубопроводів становляться щитові затвори. На вході стічних встановлюється струмино-направляючий щит з двома горизонтальними щілинами, які забезпечують рівномірний розподіл стічних вод по усьому перетину відстійника. Збір освітленої води відбувається через зубчаті трикутні водозливи, що встановлюються на лотки в кінці відстійника. Збірні лотки

первинних відстійників об'єднані між собою трубопроводами, що дозволяє при відключенні однієї з секцій відстійника перерозподілити освітлені стічні води по секціях аеротенка. Аварійний скид стічної води, що пройшла механічну очистку, відбувається із збірного лотка первинних відстійників, для чого на лотку встановлюється щитовий затвор.

Осад з первинних відстійників видаляються за допомогою ерліфтів і потім самопливом направляється в аеробний стабілізатор. В проекті прийняті одно коридорні аеротенки, які можуть працювати як без регенерації так і з регенерацією активного мулу. Подача стічної води із збірного лотка первинного відстійника здійснюється по трубопроводу в подаючий лоток кожної секції аеротенка, що розміщений на продовженій стінці аеротенка. При відключенні секції аеротенка на подаючих трубопроводах встановлюються щитові затвори. впуск води в аеротенк здійснюється через незатоплені регульовані водозливи, що розміщені вздовж подаючих лотків через 3-6 м. Циркулюючий активний мул вторинних відстійників за допомогою ерліфтів подається зосереджено на початок кожної секції аеротенка через муловий лоток перетину 450x600 мм.

Аерація мулової суміші прийнята через фільтросні пластини, загальне число яких призначається виходячи з питомої витрати повітря 80-120 л/хв на одну пластину. У кожній секції аеротенка передбачено по три ряди фільтросних каналів до яких підводяться повітряні стояки діаметром 200 мм. Мулова суміш з аеротенка через відкритий водозлив з тонкою стінкою поступає в збірний лоток мулової суміші, а потім в кожне відділення вторинних відстійників по двом трубопроводам 400 мм. Збірні лотки аеротенка, об'єднані між собою трубопроводами, що дозволяє при відключенні одної секції аеротенка розподіляти мулову суміш по секціям вторинних відстійників. Надлишковий активний в кожній секції аеротенка відбирається з мулового лотка вертикально залізобетонну трубу діаметром 500 мм звідки підкачується ерліфтом. Регулювання відбору надлишкового активного мулу із мулового лотка відбувається за допомогою щитового затвора з рухомим водозливом, що

встановлюється на випуску циркулюючого активного мулу. Спорожнення секції аеротенка передбачено трубопроводом 300 мм в систему спорожнення станції.

Вторинні відстійники прийняті горизонтальні. Розподіл мулової суміші і збір освітленої води у відстійниках здійснюються через зубчасті водозливи відповідно впускного і збірного лотків. Навантаження на один погонний метр збірного водозливу складає 2,5-5,5 л/с. З кожної секції відстійника очищена вода по двом трубопроводом 400 мм надходить загальний відвідний трубопровід.

Активний мул, що випав у відстійниках, видаляється з конусної частини за допомогою ерліфтів, і передається по самопливному трубопроводу в муловий лоток, що розміщений на початку аеротенка, де відбувається розділення зворотного циркуляційного і надлишкового активного мулу. Системи спорожнення вторинних і первинних відстійників аналогічна.

Для обробки осаду із первинних відстійників і надлишкового активного мулу а також фугату при варіанті зневоднення осаду на центрифугах, прийнятий аеробні стабілізатори. суміш аерується за допомогою дірчастих труб.

Блоки ємностей, у свій час, були збудовані для очистки міських стічних вод м. Сарни, Кременець, Володимирець, Боярка та багатьох інших.

На рисунках 2-9 наведені зображення існуючих очисних споруд міст Кременець, Сарни, Боярка до складу яких входять блоки ємностей різної продуктивності.



Рис. 2. Очисні споруди м. Кременець



Рис. 3. Очисні споруди м. Кременець



Рис. 4. Очисні споруди м. Кременець



Рис. 5. Очисні споруди м. Кременець



Рис. 6. Очисні споруди м. Кременець



Рис. 7. Очисні споруди м. Сарни



Рис. 8. Очисні споруди м. Боярка



Рис. 9. Очисні споруди м. Боярка

Аналіз роботи розглянутих очисних споруд показав, що вони, на жаль, не забезпечують необхідний ступінь очистки стічних вод з різних причин. Зокрема, через зруйнований стан деяких споруд, невідповідність продуктивності повітродувок потребі очисних споруд у кисні. Не забезпечується також необхідний ступінь очистки стічних вод від сполук азоту і фосфору, через відсутність у складі споруд призначених для цього.

Висновки до розділу 2

1. Блоки ємностей є компактними спорудами для біологічної очистки стічних вод і розділення мулової суміші, які тривалий час використовуються у вітчизняній практиці для очистки міських і виробничих стічних вод.

2. Недоліком блоків ємностей, збудованих за проектами ЦНИИЭП інженерного обладнання є неможливість збільшення продуктивності при необхідності розширення очисних споруд.

3. Як показала практика, блоки ємностей вимагають подальшої реконструкції для забезпечення сучасних вимог до якості очистки передусім за біогенними елементами.

3. Обґрунтування вибраної технології реконструкції очисних споруд

При виборі технології реконструкції очисних споруд до уваги, перш за все, було взято вимоги до якості очистки стічних вод, особливо, за біогенними елементами.

Виходячи із вмісту органічних речовин і біогенних елементів в очищуваних стічних водах, а також із вимог до якості чищених стічних вод, доцільним є застосування при реконструкції очисних споруд технології A_2/O .

Технологічна схема процесу A_2/O забезпечує біологічне видалення із стічних вод також і фосфатів (рис. 10). Вона є модифікацією технологічної схеми Людчака-Етінгера і відрізняється від останньої наявністю на початку анаеробної зони, куди подається рециркуляційний активний мул. Біологічне видалення фосфатів доцільно здійснювати при значному відношенні легкоокислюваних органічних речовин до фосфору ($BPK_5:P_{зар} > 25$; $XPK: P_{зар} > 40$ [3]).

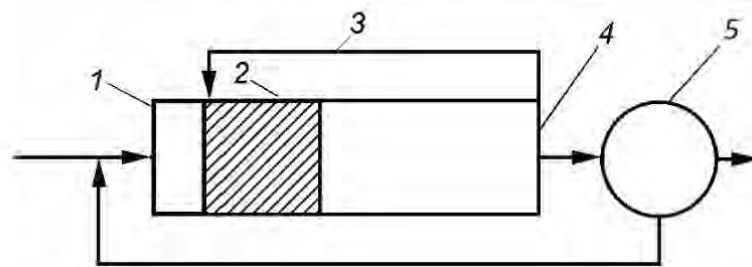


Рис. 10. Схема процесу A_2/O :

1 – анаеробна зона; 2 - денітрифікатор; 3 - внутрішня рециркуляція; 4 - аеротенк-нітрифікатор; 5 - вторинний відстійник

Процес біологічного вилучення фосфору відбувається за зміни умов, у яких знаходяться бактерії активного мулу, з анаеробних на аеробні. За цих умов певні групи бактерій (переважно роду *Accinobacter*) вилучають із рідкої фази значно більші кількості фосфору (до 9-10 %), ніж це потрібно для утворення кліткової структури (зазвичай біля 2 % їх сухої речовини). Зв'язаний таким чином фосфор усувається далі разом із надлишковим активним мулом [4].

Після анаеробної зони у схемі A_2/O послідовно розміщуються аноксидна (денітрифікатор) і аеробна (аеротенк-нітрифікатор) зона. Попереднє змішування рециркуляційного активного мулу із стічними водами в аноксидних умовах робить можливим використання органічних речовин стічних вод, як субстрату при денітрифікації. Однак у рециркуляційному активному мулі міститься лише незначна частина від усього нітрифікованого азоту, а значить ефективність денітрифікації буде невисокою. Для збільшення її ефективності влаштовують так звану внутрішню рециркуляцію, яка полягає в поверненні мулової суміші з кінця нітрифікатора на початок денітрифікатора. Однак достатня ефективність вилучення азоту із стічних вод при цьому досягається лише при досить високому ступеню внутрішньої рециркуляції, яка досягає 200-500 % і є причиною високих експлуатаційних витрат.

4. Розрахунок основних споруд

4.1. Решітки

У відповідності до технологічної схеми стічні води міста Перемога надходять в головну каналізаційну насосну станцію і далі подаються в приймальну камеру очисних споруд. Далі стічні води самопливом надходять на малогабаритні грабельні решітки РМКЭ 6038 (робоча і резервна) з прозорами 5 мм для звільнення від великих відходів. Решітки встановлюються в існуючій будівлі решіток.

Для ширини прозорів 5 мм питома кількість затриманих відходів становить 18 дм³ на одного жителя за рік ([5], табл. 18). Добова кількість затримуваних відходів складатиме

$$Q_{\text{нок}} = C_{\text{зр}} \cdot Q_{\text{доб}} / C_{\text{нит}} \cdot 365 \cdot 1000 = 350 \cdot 1677 \cdot 18 / 65 \cdot 365 \cdot 1000 = 1,06 \text{ м}^3/\text{добу},$$

де $C_{\text{зр}} = 350$ – концентрація завислих речовин в очищуваних стічних водах, мг/дм³;

$Q_{\text{доб}} = 1677$ – добова витрата очищуваних стічних вод, м³/добу;

$C_{\text{нит}} = 65$ – питома кількість завислих речовин у розрахунку на одного жителя ([4], табл. 16), г/добу.

Затримані відходи збираються у контейнери і вивозяться на утилізацію у місця, узгоджені з органами держепіднагляду.

4.2. Піскоуловлювачі

Для видалення піску із стічних вод передбачається застосування тангенційних піскоуловлювачів. Вони являють собою круглі в плані споруди з тангенційною (по дотичній) подачею стічних вод. Така подача зумовлює обертовий рух рідини у плані піскоуловлювача. Внаслідок тангенційної подачі води її обертання у плані споруди в піскоуловлювачі виникає гвинтовий (поступально-обертовий) рух рідини з круговою віссю, що знаходиться у горизонтальній площині (на периферії вода рухається вниз, а в центрі вгору). Крім сили тяжіння, на частинки піску у тангенціальному

піскоуловлювачі діють ще і відцентрові сили, зумовлені рухом стічної води по колу у плані і обертотвим рухом у поперечному перерізі. Внаслідок дії відцентрових сил частинки піску відкидаються на периферію потоку - до стінок і дна піскоуловлювача і в кінцевому рахунку опиняються у пісковому бункері. Більш легкі органічні домішки при цьому підтримуються в зваженому стані і не випадають в осад, у результаті чого вміст піску в осаді тангенційних піскоуловлювачів вищий, ніж у горизонтальних, і складає 70-75%.

Діаметр кожного з двох тангенційних піскоуловлювачів має становити

$$\sqrt{125/2.110.0,785} = 0,85 \text{ м,}$$

де 125 – розрахункова витрата очищуваних стічних вод, м³/год;

2 – кількість відстійників;

110 – гідравлічне навантаження на поверхню піскоуловлювача (п. 10.2.2.2 [5]), м³/м².год.

Приймаємо тангенційні піскоуловлювачі діаметром 0,9 м.

Питома кількість піску у розрахунку на одного жителя, що затримуватиметься у піскоуловлювачі у розрахунку на одного жителя становить $q_n = 0,02$ л/добу ([4], табл. 20). Таким чином, добова кількість затримованого піску буде становити

$$Q_{\text{піск}} = q_n \cdot C_{\text{зр}} \cdot Q_{\text{доб}} / C_{\text{ннт}} \cdot 1000 = 0,02 \cdot 350 \cdot 1677 / 65 \cdot 1000 = 0,43 \text{ м}^3/\text{добу.}$$

Видалення піску з піскоуловлювачів передбачається на пісковий майданчик, що проектується.

Площа піскових майданчиків має становити

$$0,43 \cdot 365 / 3 = 54 \text{ м}^2,$$

де 3 – навантаження на піскові майданчики (п. 10.2.2.4 [4]).

Піскові майданчики виконуються на асфальтобетонній основі з дренажем.

4.3. Розрахунок блоку ємностей з попередньою денітрифікацією

Технологічною схемою не передбачається первинне освітлення стічних вод. Концентрація сполук фосфору, що підлягає видаленню за рахунок хімічного осадження, становить

$$15,8 - 0,8 - 0,01 \cdot 382 - 0,005 \cdot 382 = 9,27 \text{ мг/дм}^3,$$

де 15,8 – концентрація фосфору у стічній воді, що надходить на біологічну очистку, мг/дм³;

0,8 – концентрація фосфору в стічних водах після вторинних відстійників (концентрація фосфатів згідно ГДК 2,42 мг/дм³);

382 – БПК₅ очищуваних стічних вод, мг/дм³;

0,01.255 – концентрація фосфору, необхідна для асиміляції гетерогенними організмами активного мулу, мг/дм³;

0,005.255 – концентрація фосфору, що видаляється біологічним методом в установках з попередньою денітрифікацією без окремої анаеробної технологічної ємності, мг/дм³.

Розрахунок аеротенків-нітрифікаторів із попередньою денітрифікацією здійснюємо за величиною БПК₅ неосвітлених проб стічних вод, значення якої становить 382 мг/дм³, концентраціями в неосвітлених стічних водах загального азоту 71,2 мг/дм³ і фосфору – 15,8 мг/дм³.

Відношення концентрацій завислих речовин і БПК₅ у стічних водах становить

$$436 / 382 = 1,14.$$

Денітрифікатор влаштовується на базі аеробного стабілізатора блоку ємностей, аеротенк-нітрифікатор – на базі аеротенка. Прийнявши робочу глибину денітрифікатора рівною 3,3 м його об'єм буде становити $9 \cdot 9 \cdot 3,3 = 267 \text{ м}^3$. Прийmemo робочу глибину аеротенка-нітрифікатора рівною 3,2 м. Його об'єм при цьому складатиме $21 \cdot 9 \cdot 3,2 = 605 \text{ м}^3$. Відношення об'єму денітрифікатора до загального об'єму споруди становитиме

$$267 / (267 + 605) = 0,31.$$

Приймаємо це відношення рівним 0,3.

При попередній денітрифікації і відношенню об'ємів зони денітрифікації і загального об'єму споруди 0,3 вік мулу становить 12,3 діб ([3], табл. 2), а приріст мулу - 1,06 кг сухої речовини на 1 кг БПК₅ ([3], табл. 5).

При симультанному видаленні фосфатів солями заліза буде утворюватися осад, що асимілюватиметься активним мулом. Кількість цього осаду становитиме ([3], с. 252)

$$6,8(9,27 - 0,8) / 382 = 0,15 \text{ кг сухої речовини на 1 кг БПК}_5,$$

де 9,27 і 0,8 – вміст фосфатів, відповідно, в неочищених і очищених стічних водах, мг/дм³.

Сумарний приріст мулу на БПК₅ буде становити

$$1,06 + 0,15 = 1,21 \text{ кг сухої речовини на 1 кг БПК}_5.$$

Таким чином, приріст мулу становитиме

$$1,21 \cdot 382 = 462 \text{ мг/дм}^3.$$

Маса сухої речовини надлишкового активного мулу буде становити

$$462 \cdot 1627 / 10^6 = 0,75 \text{ т/добу}.$$

При значенні мулового індексу 120 см³/г ступінь рециркуляції активного мулу буде становити

$$4,5 / (1000/120 - 4,5) = 1,1677,$$

а концентрація рециркуляційного активного мулу

$$4,5(1/(2 \cdot 1,1677) + 1) = 6,4 \text{ г/дм}^3,$$

що відповідає вологості 99,36%.

Таким чином, об'єм надлишкового активного мулу буде становити

$$0,75 \cdot 100 / (100 - 99,36) = 11677,2 \text{ м}^3/\text{добу}.$$

При додаванні солей заліза вік мулу має збільшуватися на 10 % ([3], с. 255), а розрахункове навантаження за БПК₅ на суху речовину активного мулу становитиме ([3], формула 1)

$$\frac{1}{12,3 \cdot 1,21} = 0,067 \text{ кг/(кг.добу)},$$

і на 1 м³ об'єму споруди ([4], формула 2)

$$5,0 \cdot 0,067 = 0,34 \text{ кг/(м}^3 \cdot \text{добу)},$$

де 5,0 - доза мулу в зоні аерації ([2], табл. 2), г/дм³.

Розрахунковий об'єм споруди при цьому буде становити ([3], формула 8)

$$\frac{382 \cdot 1627}{1000 \cdot 0,34} = 1827 \text{ м}^3,$$

де 382 – БПК₅ стічних вод, мг/л;

1627 – добова витрата очищуваних стічних вод, м³/добу.

Розрахунковий об'єм зони попередньої денітрифікації становить

$$1827 \cdot 0,3 = 548 \text{ м}^3,$$

а розрахунковий об'єм зони нітрифікації

$$1827 - 548 = 1279 \text{ м}^3.$$

Як денітрифікатори будуть використовуватися два аеробні стабілізатори блоку ємностей, сумарним об'ємом $267.2 = 534 \text{ м}^3$, як аеротенки-нітрифікатори – два аеротенки блоку ємностей, сумарним об'ємом $605.2 = 1210 \text{ м}^3$.

Потреба в азоті на приріст біомаси становить $0,04 \text{ кг}$ на 1 кг БПК_5 ([3], с. 24), або

$$0,04 \cdot 382 = 15,3 \text{ мг/дм}^3.$$

Згідно таблиці 3 [6], для схеми із попередньою денітрифікацією при температурі стічних вод $10 \text{ }^\circ\text{C}$ денітрифікується $0,13 \text{ кг}$ азоту в розрахунку на 1 кг БПК_5 або

$$0,13 \cdot 382 = 49,7 \text{ мг/дм}^3.$$

Таким чином, у стічних водах із початкових $71,2 \text{ мг/дм}^3$ лишиться азоту

$$71,2 - 15,3 - 49,7 = 6,2 \text{ мг/дм}^3,$$

із якого $0,98 \text{ мг/л}$ будуть у формі амонійного азоту (згідно ГДС), 2 мг/дм^3 – у формі органічного азоту, а

$$6,2 - 0,98 - 2 = 3,2 \text{ мг/дм}^3$$

у формі нітратів, (у проекті ГДК $3,9 \text{ мг/дм}^3$).

Отже, усього буде нітрифіковано азоту

$$49,7 + 3,2 = 52,9 \text{ мг/дм}^3$$

і розрахункова ефективність денітрифікації буде становити

$$\frac{49,7}{52,9} 100 = 93,9\%.$$

Згідно таблиці 4 [2], сумарний ступінь рециркуляції (внутрішньої і зовнішньої) повинен становити $6,91$. Таким чином, сумарна рециркуляційна витрата повинна складати

$$6,91 \cdot 1627 / 24 = 468 \text{ м}^3/\text{год},$$

де 1627 – розрахункова витрата очищуваних стічних вод, $\text{м}^3/\text{добу}$.

Витрата рециркуляційного активного мулу буде становити

$$1627 \cdot 1,1677 / 24 = 79,3 \text{ м}^3/\text{год}.$$

При такій витраті рециркуляційного активного мулу внутрішня рециркуляція повинна становити

$$468 - 79,3 = 388,7 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Потреба в кисні для окислення сполук вуглецю при розрахунковій температурі стічних вод $10 \text{ }^\circ\text{C}$ і вікові мулу $12,3$ діб становить $1,09 \text{ кг O}_2$ на 1 кг БПК_5 , а при температурі $20 \text{ }^\circ\text{C}$ $1,21 \text{ кг O}_2$ на 1 кг БПК_5 ([4], табл. 9). Питома потреба в кисні для окислення сполук азоту ([4], формула 13) у розрахунку на 1 кг БПК_5 становить

$$4,6 \cdot 52,9 / 382 = 0,64 \text{ кг/кг},$$

де $52,9$ – кількість нітрифікованого азоту, мг/л ; 421 – БПК_5 стічних вод, мг/л .

Зменшення потреби у кисні за рахунок процесу денітрифікації буде становити

$$2,9 \cdot 49,7 / 382 = 0,38 \text{ кг/кг.}$$

Таким чином, потреба в кисні для окислення сполук вуглецю при розрахунковій температурі стічних вод 10 °С становить $1,09 - 0,38 = 0,71$ кг O₂ на 1 кг БПК₅, а при розрахунковій температурі стічних вод 20 °С становить $1,21 - 0,38 = 0,83$ кг O₂ на 1 кг БПК₅

У зв'язку із неспівпаданням максимальних концентрацій у стічних водах сполук вуглецю і азоту, рекомендується ([3], с. 254) питоми витрати кисню визначати у декількох варіантах: при середній концентрації сполук вуглецю і максимальній концентрації сполук азоту; при максимальній концентрації сполук вуглецю і середній концентрації сполук азоту. У зв'язку із суттєвим зменшенням розчинності кисню в літній час, крім розрахункової температури (10 °С), розрахунок питомої потреби кисню здійснюють і для літніх умов (20 °С).

Максимальні значення коефіцієнтів, що враховують неспівпадання максимальних концентрацій у стічних водах сполук вуглецю і азоту при віковому мулу 12,47 діб становлять відповідно 1,2 і 2,5 ([4], табл. 10).

Максимальна годинна потреба у кисні з урахуванням його дефіциту становить

$$3,12 \cdot 382 \cdot 1627 / 24 \cdot 1000 = 80,8 \text{ кг O}_2/\text{год,}$$

де 3,12 – максимальна питома потреба в кисні, кгO₂/кгБПК₅;

382 – БПК₅ очищуваних стічних вод, мг/л;

1627 – добова витрата очищуваних стічних вод, м³/добу.

Для подачі повітря в нітрифікатори передбачається застосування аераторів фірми Екотон, коефіцієнт використання кисню у яких складає 5% на 1 м заглиблення. При заглибленні 3 м коефіцієнт використання кисню буде становити $5 \cdot 3 = 15\%$.

Годинна витрата повітря, що має подаватися на аератори нітрифікаторів фірми Екотон при їх зануренні 3,0 м, повинна складати

$$\frac{80,8 \cdot 1000}{0,15 \cdot 1,02 \cdot 0,85 \cdot 270} = 2300 \text{ м}^3 / \text{год,}$$

де 0,15 – коефіцієнт використання кисню ([Екотон-Каталог], с. 70), частка одиниці; 1,02 – коефіцієнт, що залежить від температури очищуваних стічних вод; 0,85 – коефіцієнт якості стічних вод; 270 – вміст кисню в атмосферному повітрі, г/м³.

Для забезпечення підтримання мулу в зваженому стані питома витрата енергії для перемішування вмісту денітрифікатора повинна складати 10 Вт/м³ ([4], с. 12). У розрахунку на кожен денітрифікатор об'ємом 267 м³ це складатиме

$$267 \cdot 10 / 1000 = 2,7 \text{ кВт.}$$

Для запобігання переохолодженню стічних вод у зимовий час аеротенки необхідно забезпечити тепловою ізоляцією.

4.4. Аеробна стабілізація осаду

На стабілізацію знаходить неущільнений надлишковий активний мул (маса сухої речовини 0,75 т/добу, об'єм 11677,2 м³/добу).

При тривалості стабілізації надлишкового активного мулу 4 доби об'єм аеробних стабілізаторів повинен становити

$$11677,2 \cdot 4 = 469 \text{ м}^3.$$

Такий об'єм буде забезпечений застосуванням у якості стабілізаторів двох первинних відстійників блоку ємностей об'ємом по 284 м³ (сумарно 568 м³).

Розрахункова витрата повітря на стабілізацію становить 2 м³/год на 1 м³ об'єму стабілізатора, або

$$2 \cdot 568 = 1136 \text{ м}^3/\text{год},$$

або 6 м³/м² площі стабілізаторів

$$\text{чи } 6 \cdot 2 \cdot 9,9 = 972 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Приймаємо розрахункову витрату повітря рівною 1052 м³/год.

У процесі аеробної стабілізації розпадається 40% беззольної речовини осадів. Таким чином, маса сухої речовини аеробно стабілізованого осаду буде становити

$$0,75 \cdot 0,3 + 0,75 \cdot 0,7 \cdot 0,6 = 0,54 \text{ т/добу}.$$

Аеробно стабілізований осад піддається ущільненню безпосередньо в стабілізаторах до вологості 97,5%. Його об'єм при цьому складатиме

$$0,54 \cdot 100 / (100 - 97,5) = 21,6 \text{ м}^3/\text{добу}.$$

Витрата мулової води з мулозгущувача, яка має подаватися у голову очисних споруд, буде становити

$$11677,2 - 21,6 = 95,6 \text{ м}^3/\text{добу}.$$

Аеробно стабілізований мул ущільнений до вологості 97,5% в кількості 21,6 м³/добу скидається в насосну станцію стабілізованого осаду і далі

перекачується на мулові майданчики для зневоднення. Площа мулових майданчиків становить 4800 м².

4.5. Вторинні відстійники

Гідравлічне навантаження на поверхню вторинних відстійників становить

$$Q_{ssr} = \frac{4,5 \cdot 0,35 \cdot 3,4^{0,8}}{(0,1 \cdot 120 \cdot 5,0)^{0,5-0,01 \cdot 10}} = 0,81 \text{ м}^3 / (\text{м}^2 \cdot \text{год}),$$

де $K_{ss} = 0,35$ – коефіцієнт використання об'єму зони відстоювання;

$H_{set} = 3,4$ – висота зони відстійника, м;

$I_i = 180$ – муловий індекс, см³/г;

$a_i = 5,0$ – доза мулу в аеротенку, г/дм³;

$a_t = 10$ – винос мулу з вторинного відстійника, мг/дм³.

Розрахункова площа вторинних відстійників становить

$$125 / 0,81 = 154 \text{ м}^2.$$

Фактична площа поверхні 2-х вторинних відстійників становить

$$9 \cdot 9 \cdot 2 = 152 \text{ м}^2,$$

що буде достатньо для ефективного розділення мулової суміші.

4.6. Знезаражування стічних вод

При дозі активного хлору при знезаражуванні стічних вод 5 мг/дм³ ([5], п. 10.6.4) розрахункова добова доза хлору буде складати

$$Q_{Cl} = 1627 \cdot 5 / 1000 = 8,2 \text{ кг/добу}.$$

Як реагент для знезаражування стічних вод передбачаємо застосування гіпохлориду натрію за ГОСТ 11086-76 із вмістом активного хлору не менше 16770 г/дм³. Добова доза технічного гіпохлориду натрію для знезаражування стічних вод має становити

$$8,2 / 16770 = 0,05 \text{ м}^3 / \text{добу}.$$

Розрахунковий об'єм контактного резервуару для 30-хвилинного контакту стічних вод з хлором повинен становити

$$W_{кр} = 125 \cdot 0,5 = 62,5 \text{ м}^3.$$

Для знезаражування стічних вод приймаємо два контактних резервуари робочою висотою 2 м, шириною 3 м і довжиною 9 м. Сумарний об'єм двох контактних резервуарів становить 108 м³.

5. Технологія та організація будівельно-монтажних робіт

5.1. Характеристика споруди її конструктивні особливості

В проекті виконується будівництво колектору подачі стічних вод на очистку К1.1Н. Роботи проводяться на території очисних споруд, від точки під'єднання до існуючого трубопроводу К1Н і до виробничо-допоміжної будівлі поз.3 по генплану.

Колектор складається з двох поліетиленових труб класу ПЕ100 SDR17 діаметром 280 мм. Труби укладаються в одну траншею. Довжина траншеї 28м, який прокладається в суглинках.

Перед початком земляних робіт розбивають трасу трубопроводу на місцевості. Положення осі траси міцно закріплюють знаками, що забезпечують можливість швидкого і точного проведення робіт. Розбивку траси трубопроводу виконують з дотриманням таких вимог:

- вздовж траси повинні бути встановлені тимчасові репери, пов'язані нівелірних ходами з постійними реперами;
 - розбивочні осі і вершини кутів повороту траси повинні бути закріплені і прив'язані до постійних об'єктів на місцевості (будівель, споруд, опор ліній електропередачі або зв'язку тощо) або до встановлених на трасі стовпів;
 - перетини траси трубопроводу з існуючими підземними спорудами повинні бути відзначені на поверхні землі особливими знаками.
- Розбивка траси повинна бути оформлена актом з додатком відомості реперів, кутів поворотів і прив'язок.

Укладання труб на мерзлий ґрунт не дозволяється за винятком тих випадків, коли в основі залягають сухі піщані, супіщані і гравелисті ґрунти, а також скельні породи. Укладання труб на насипні ґрунти може проводитися тільки

після ущільнення їх до щільності, прийнятої в проекті з випробуванням відібраних проб.

Перед укладанням труб слід перевірити відповідність проекту відміток дна, ширини траншеї, закладення укосів, підготовки основи та надійності кріплення стінок відкритої траншеї; засвідчити завезені для укладання труби, фасонні частини, арматуру і інші матеріали і при необхідності очистити їх від забруднень.

Труби уздовж траси трубопроводу розміщують різними способами залежно від прийнятого для укладання труб у траншею кранового обладнання.

5.2. Склад і об'єм будівельно-монтажних робіт

5.2.1. Визначення розмірів траншей і об'єму земляних робіт під трубопроводи

До земляних робіт належать:

- зняття рослинного шару ґрунту;
- розробка траншеї екскаватором з доробкою ґрунту вручну до проектної відмітки;
- розробка приямків на дні траншеї;
- транспортування зайвого ґрунту.

Обсяг робіт із знімання рослинного шару ґрунту залежить від довжини траси і ширини траншеї по верху. Ширина смуги знімання рослинного шару повинна бути на 3 м більше ширини траншеї зверху, а товщина рослинного шару – 15-20 см. Глибина траншеї залежить від району будівництва і діаметру трубопроводу.

За вказівками ДБН В.2.5-74:2013 глибина закладення труб (рахуючи до низу труби) повинна бути на 0,5 м більше розрахункової глибини промерзання ґрунту (проникнення в ґрунт нульової ізотерми).

Мінімальну глибину укладання визначають виходячи з умови збереження труб від зовнішніх навантажень (зокрема, від транспорту) та нагрівання в літній час. Глибина закладення труб, прийнята для даної

місцевості, приблизно однакова для всієї мережі, і лінії в основному йдуть послідовно рельєфу місцевості. Поздовжні профілі ліній труб повинні бути запроектовані таким чином, щоб забезпечувалася можливість спорожнення будь-яких ділянок мережі та випуск із них повітря. Для цього мережу розбивають на ділянки з різними за знаком ухилами, пристосовуючись до рельєфу місцевості, але не йдучи за всіма його дрібними видозмінами. У знижених місцях на водоводах та магістральних лініях для можливості їх спорожнення влаштовують випуски, а в підвищених точках на переломі лінії в профілі встановлюють повітряні вантузи.

Враховуючі піщану підсипку під трубопровід 100 мм, середню глибину траншеї приймаємо 2,0м.

Найменшу ширину дна траншеї для прокладання трубопроводів приймають рівною ширині траншеї з урахуванням перебування людей між зовнішніми поверхнями труб і стінками чи укосами траншеї.

Схема траншеї

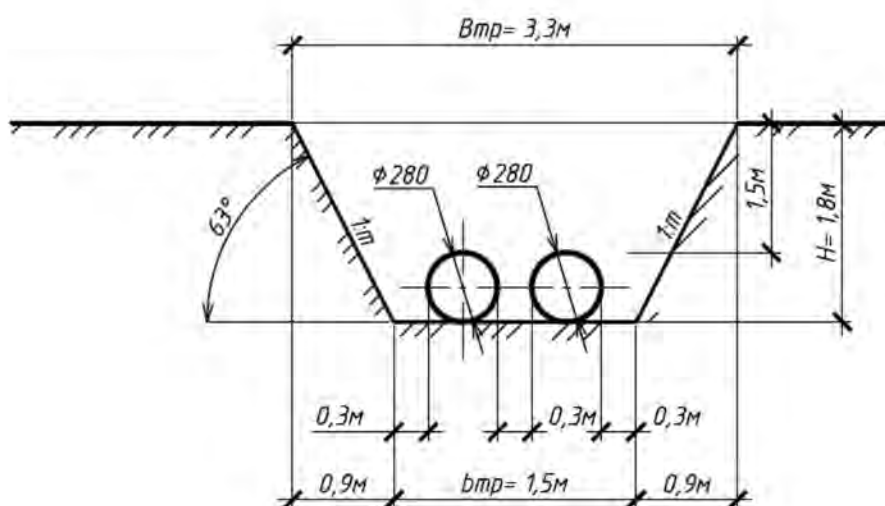


Рис. 11. Схема укладання труб у траншею для визначення найменшої ширини дна і укоси траншеї

$B_{тр}$, $b_{тр}$ – ширина траншеї, м;

H_{mp} – ширина траншеї, м;

m – коефіцієнт закладання укосу, для суглинку приймаємо 0,5;

Ширину траншеї для прокладання сталевих і пластмасових трубопроводів $D_y \leq 500$ мм – 0,30 м, для трубопроводів $D_y \geq 500$ мм – 0,4 м.

Для труб діаметром 280 мм цю відстань приймають 0,30.

Ширину прямиків для монтажу і ізоляції стиків необхідно приймати такою, що дорівнює відстані між боковими гранями крайніх трубопроводів з доданням 0,6 м на кожену сторону, довжину прямиків – 1 м.

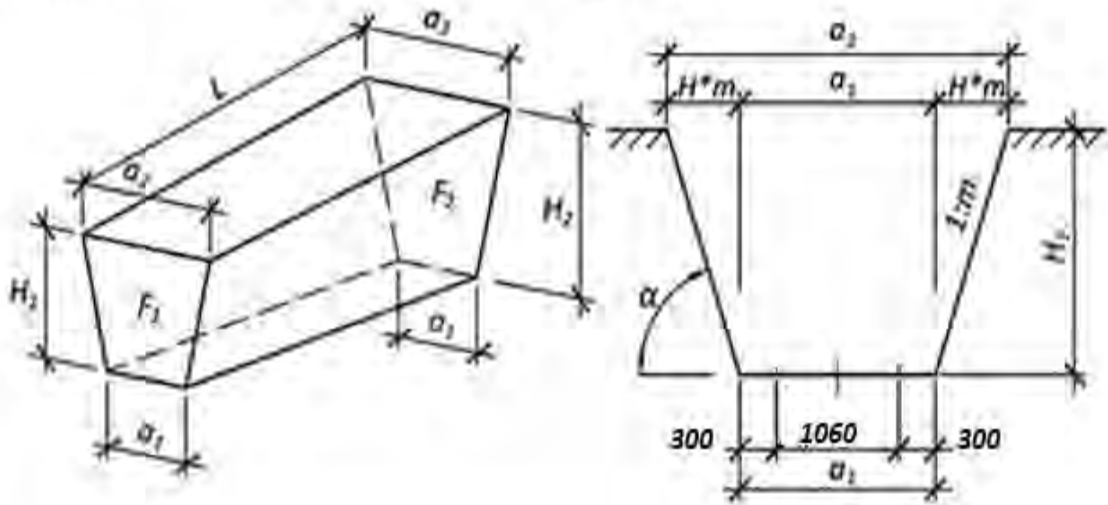


Рис. 12. Схема траншеї (для визначення її об'єму)

При незначному поздовжньому ухилу місцевості різниця між глибинами траншеї на початку і в кінці ділянки дуже мала (поправка не враховується) і об'єм земляних робіт на ділянці визначається:

$$V_{mp} = F_{cp} * l_{mp}, \text{ м}^3$$

l_{mp} – довжина траншеї, м.

Значення m для суглинку, глибиною траншеї до 3 м, приймаємо 0,5.

$$a_2 = H_1 * m + a_1 + H_1 * m = 1,8 * 0,5 + 1,5 + 1,8 * 0,5 = 3,3 \text{ м};$$

$$F_{cp} = (a_1 + a_2) / 2 * H_1 = (1,5 + 3,3) / 2 * 1,8 = 4,5 \text{ м}^2;$$

$$V_{mp} = F_{cp} * l_{mp} = 4,5 * 28 = 126 \text{ м}^3.$$

Одноковшеві екскаватори закінчують розробку ґрунту в траншеї на 10-20 см до проектної відмітки.

Залишений шар ґрунту $h_{руч} = 10-20$ см, як правило, дороблюють вручну (при широких траншеях - бульдозером):

$$V_{руч} = h_{руч} * a_1 * l_{мп}, м^3$$

$$V_{руч} = 0,15 * 1,5 * 28 = 6,3 м^3.$$

$$V_{екс.} = V_{мп} - V_{руч} = 126 - 6,3 = 119,7 м^3$$

Засипку траншеї після монтажу трубопроводу виконують в два етапи: вручну і механізмами.

Ручна присипка пухким ґрунтом без твердих включень проводиться перед попереднім випробуванням трубопроводів. При цьому стики труб і прямки не присипаються.

Обсяг ґрунту у щільному тілі, необхідний для часткової засипки труб і зворотної засипки траншеї, знаходять з урахуванням коефіцієнту залишкового розпушування $K_{з.р.}$ за формулою:

$$V_{засип} = \frac{V_{заг} - V'_{мп}}{K_{з.р.}}, м^3$$

де $V'_{мп}$ - обсяг ґрунту, що витісняється трубопроводом;

$$V'_{мп} = \frac{\Pi d^2}{4} l, м^3$$

$$V_{мп} = 3.14 * 0,28^2 / 4 * 28 = 1,72 м^3;$$

Для двох трубопроводів :

$$V_{мп} = 1,72 * 2 = 3,5 м^3;$$

$$V_{засип} = (126 - 3,5) / 1,02 = 120,1 м^3.$$

Обсяг зайвого ґрунту, який потрібно вивозити:

$$V_{зайв.} = V_{заг} - V_{засип}, м^3$$

$$V_{зайв} = 126 - 3,5 = 122,5 м^3$$

Відомість обсягів земляних робіт

№ з/п	Назва робіт	Обсяг, м ³
1.	Розробка траншеї екскаватором	119,7
2.	Ручні земляні роботи (підчистка дна траншеї, копання приямків)	6,3
3.	Об'єм ґрунту на засипку	122,5
4.	Об'єм ґрунту на вивіз	3,5

5.2.2. Техніко-економічний вибір варіантів екскаваторів

При розробці траншеї на глибину більше 1 м, як правило, в комплект машин входять екскаватор, декілька самоскидів, бульдозер, пристрої для ущільнення ґрунту.

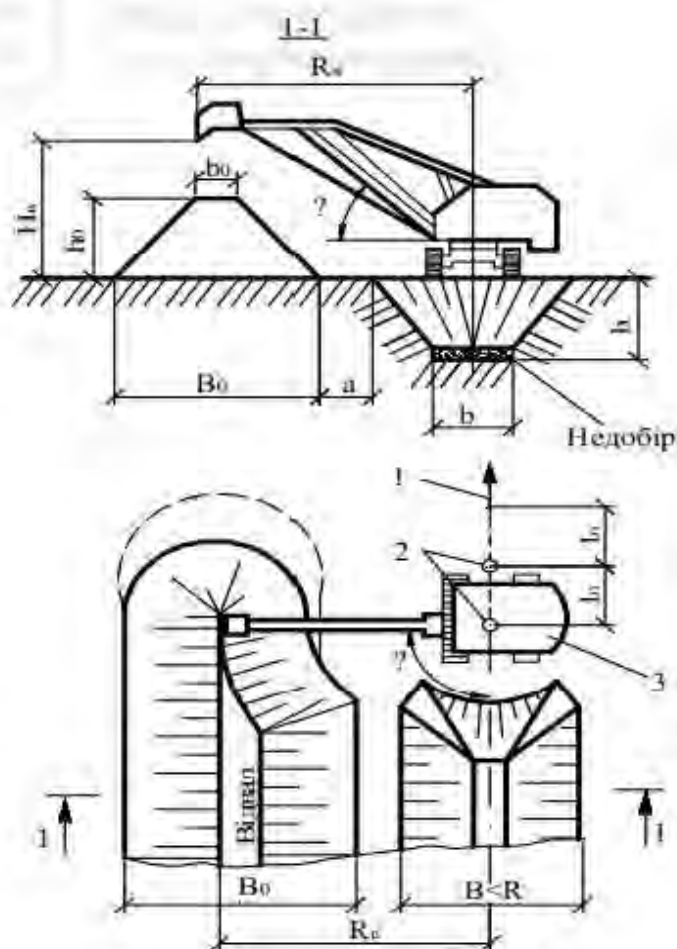


Рис. 13. Схеми розробки траншей одноковшовими екскаваторами.

1 - вісь руху екскаватора; 2 - вісь траншеї; 3 – екскаватор;

Ведучою машиною у цьому випадку є екскаватор, від роботи якого залежить і робота інших механізмів.

В роботі проводимо спрощене техніко-економічне порівняння варіантів, яке проводиться за ведучими машинами.

Попередньо вибираємо 2 типи екскаваторів:

Таблиця 2

Технічні характеристики екскаваторів

Марка	Місткість ковша, м ³	Радіус копання, м	Глибина копання, м	Висота вивантаження, м
1	2	3	4	5
ЭО-3322А	0,5	7,5	4,2	4,8
ЭО-5122	1,25	9,4	6,0	5,0

Знаходимо приведені затрати на розробку 1 м³ ґрунту кожним з прийнятих екскаваторів за формулою:

$$\Pi = C + E_n K$$

де E_n - нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень, рівний 0,15; C - собівартість розробки 1 м³ ґрунту в траншеї для кожного типу екскаваторів:

$$C = \frac{1,08 * C_{\text{маш-зм}}}{\Pi_{\text{зм.вир.}}}, \text{ грн/м}^3$$

де 1,08 – коефіцієнт, який враховує накладні витрати; $C_{\text{маш.зм}}$ - вартість машино-зміни екскаватора, $C^1_{\text{маш-зм}}=8000$ грн./зм, $C^2_{\text{маш-зм}}=11000$ грн./зм (данні з інтернету);

$\Pi_{\text{зм.вир.}}$ - змінна продуктивність екскаватора, яка враховує розробку ґрунту у відвалі з навантаженням у транспортні засоби, м³/зм.

$$\Pi_{\text{зм.вир.}} = \frac{T_{\text{зм}}}{H_{\text{тр}}} * 1000 \left(1 - \frac{V_{\text{тр}}}{V_{\text{заг}}} \right) + \frac{T_{\text{зм}}}{H_{\text{у відв}}} * 1000 * \frac{V_{\text{тр}}}{V_{\text{заг}}}, \text{ м}^3/\text{зм}$$

де $T_{\text{зм}}$ - час роботи екскаватора протягом зміни (приймати 8 год.);

$H_{тр}, H_{увдв}$ - норма часу на розробку ґрунту в траншеї екскаватором із зворотньою лопатою відповідно у у транспортні засоби і у відвал; K - питомі капітальні вкладення на розробку 1 м^3 ґрунту для кожного типу екскаватора:

$$K = \frac{1,07 * C_{ip}}{\Pi_{зм.вир.} * t_{рік}}, \text{ грн/м}^3$$

де C_{ip} - інвентарно-розрахункова вартість екскаватора, $C_{ip}^1 = 8,3$ млн.грн, $C_{ip}^2 = 12,8$ млн.грн (дані з інтернету); $t_{рік}$ - нормативне число змін роботи екскаватора за рік, яке може бути прийняте рівним 350 змін для машин з об'ємом ковша до $0,65\text{ м}^3$ включно і 300 – для ковшів більше $0,65\text{ м}^3$.

Визначимо зміну продуктивність екскаватора, яка враховує розробку ґрунту у відвалі з навантаженням у транспортні засоби, $\text{м}^3/\text{зм}$:

$$\Pi_{зм.вир.}^1 = \frac{8}{39,27} * 1000 \left(1 - \frac{3,5}{126}\right) + \frac{8}{33,65} * 1000 * \frac{3,5}{126} = 204,8 \text{ м}^3/\text{зм.}$$

$$\Pi_{зм.вир.}^2 = \frac{8}{15,1} * 1000 \left(1 - \frac{3,5}{126}\right) + \frac{8}{12,27} * 1000 * \frac{3,5}{126} = 533,5 \text{ м}^3/\text{зм.}$$

Знаходимо собівартість розробки 1 м^3 ґрунту в траншеї для кожного типів екскаваторів:

$$C^1 = \frac{1,08 * 8000}{204,8} = 42,2 \text{ грн/м}^3$$

$$C^2 = \frac{1,08 * 11000}{533,5} = 22,3 \text{ грн/м}^3$$

Питомі капітальні вкладення на розробку 1 м^3 ґрунту для кожного типу екскаватора:

$$K^1 = \frac{1,07 * 8300000}{204,8 * 350} = 124 \text{ грн/м}^3$$

$$K^2 = \frac{1,07 * 12800000}{533,5 * 300} = 85,6 \text{ грн/м}^3$$

Знаходимо приведені затрати на розробку 1 м^3 ґрунту кожним з прийнятих екскаваторів

$$\Pi^1 = 42,2 + 0,15 * 124 = 60,8 \text{ грн.}$$

$$\Pi^2 = 22,3 + 0,15 * 85,6 = 35,14 \text{ грн.}$$

За найменшими приведеними затратами вибирають екскаватор СО-5122 для розробки траншеї.

5.2.3. Визначення марки і кількості вантажних автомобілів для транспортування зайвого ґрунту

Для вивозу зайвого ґрунту з котлованів і траншей приймаємо автосамоскиди марки МАЗ-205, вантажопідйомністю 6 т, ємність кузова 3,5 м³. Ґрунт транспортуємо на відстань 1 км.

Об'єм ґрунту в ущільненому типі у ковші екскаватора визначається за формулою:

$$V_{\text{гр}} = V_{\text{ков.}} \cdot K_{\text{зап}} / K_{\text{п.р}}, \text{ м}^3$$

де $V_{\text{ков.}} = 1,25$ – прийнятий об'єм ковша екскаватора, м³; $K_{\text{зап}} = 1,0$ – коефіцієнт заповнення ковша екскаватора; $K_{\text{п.р.}} = 1,1$ – коефіцієнт початкового розрихлення ґрунту.

$$V_{\text{гр}} = 1,25 \cdot 1 / 1,1 = 1,14 \text{ м}^3$$

Знаходимо масу ґрунту в ковші екскаватора:

$$Q = V_{\text{гр}} \cdot \gamma_{\text{гр}}, \text{ Т}$$

$\gamma_{\text{гр}}$ – питома вага ґрунту, для суглинка $\gamma_{\text{гр}} = 1,75 \text{ т/м}^3$;

$$Q = 1,14 \cdot 1,75 = 2 \text{ Т}$$

Кількість ковшів ґрунту, навантаженого у кузов самоскида:

$$N = G / Q, \text{ шт.}$$

G – вантажопідйомність самоскида;

$$N = 6 / 2 = 3 \text{ шт.}$$

Приймаємо $N = 3$.

Знаходимо об'єм ґрунту у щільному стані, навантаженого у кузов самоскида:

$$V_{\text{гр.ущ}} = V_{\text{гр.}} \cdot N = 1,14 \cdot 3 = 3,42 \text{ м}^3$$

Тривалість одного циклу роботи автосамоскида:

$$T_{\text{с}} = t_{\text{г}} + \frac{60 \cdot L}{V_{\text{г}}} + t_{\text{п}} + \frac{60 \cdot L}{V_{\text{г}}} + t_{\text{д}} = 2,5 + \frac{60 \cdot 1}{20} + 1 + \frac{60 \cdot 1}{30} + 2 = 10,5 \text{ хв.}$$

де $L = 1$ км – віддаль транспортування ґрунту; $V_n = 20$ км/год – середня швидкість автосамоскида у навантаженому стані; $V_p = 30$ км/год – середня швидкість автосамоскида у порожньому стані; $T_p = 1$ хв – тривалість розвантаження автосамоскида; $T_m = 2$ хв – тривалість маневрування перед завантаженням і розвантаженням; T_n - тривалість навантаження ґрунту знаходимо за формулою:

$$t_n = \frac{V_{зрк} \cdot N_{г.тр} \cdot 60}{1000} = \frac{3,42 \cdot 12,27 \cdot 60}{1000} = 2,5 \text{ хв.}$$

де $N_{г.тр}=12,27$ - норма машинного часу для навантаження екскаватором 1000 м^3 ґрунту у транспортні засоби.

Необхідну кількість автосамоскидів визначаємо з формули:

$$N_p = T_{ц} / T_n = 10,5 / 2,5 = 4,2 \text{ рейси}$$

Приймаємо 5 автосамоскидів марки МА3-205.

5.2.4. Монтажні роботи при будівництві трубопроводу

Процес вантажних робіт при будівництві трубопроводу складається з укладання розбірних елементів труб в проектне положення, монтажу арматури.

Для монтажу трубопроводів застосовують стрілові крани чи трубоукладачі.

Для прийняття марки крана потрібно знайти необхідні для монтажу трубопроводів технічні параметри, монтажну масу, монтажний виліт гака і монтажну висоту.

Маса складається з підготовлених до підйому елементів труб разом з такелажним оснащенням:

$$Q_m = Q_3 + Q_0, \text{ т,}$$

Q_3 – маса збірного елемента, т; $Q_3 = 0,95$ т;

Q_0 – маса такелажного оснащення, т; приймаємо 0,3 т;

$$Q_m = 0,95 + 0,3 = 1,25 \text{ т.}$$

Спосіб монтажу трубопроводу приймаємо такий, що розміщення труб по трасі буде в одну нитку і монтаж виконуватиметься стріловим краном [16].

Необхідний виліт стріли знаходимо за формулою:

$$L_k = 0,5b + 1,2mh + d_{з.тр.} + 1 + 0,5B_{кр}, \quad \text{м,}$$

де b – ширина котлована по дну; m , h – відповідно коефіцієнт укосу і глибина котловану; $B_{кр}$ – база крана (приймаємо 3 м).

$$L_k = 0,5 * 1 + 1,2 * 1 * 1,5 + 0,82 + 1 + 0,5 * 3 = 5,6 \text{ м.}$$

Для монтажу трубопроводу приймаємо гусеничний кран МГК-25.

Таблиця 3

Технічні характеристики кранів

Прийняті параметри	Одиниці виміру	МГК - 25	3 розрахунку
1. Висота підйому стріли			
мінімальна	м	5	5,5
максимальна	м	10	5,8
2. Виліт стріли			
масимальна	м	10	5,6
мінімальна	м	4	
3. Довжина стріли	м	10	10
4. Вантажопідйомність			
масимальна	т	10	0,95
мінімальна	т	1,7	0,13

5.3. Складання калькуляції трудових витрат

При виконанні будівельно-монтажних робіт необхідно керуватися:

- проектом організації будівництва;
- ДСТУ на виконання і приймання БМР;

- правилами з техніки безпеки у відповідності із;
- методами виконання земляних робіт при прокладанні трубопроводів.

Земляні роботи повинні виконуватись із дотриманням вимог стандартних норм. Способи розробки котлованів і планування дна повинні виключати порушення природної структури ґрунтів основ.

Зворотня засипка ґрунту виконується шарами 25-30 см рівномірно по всій площі з ущільненням трамбовками.

Основним монтажним краном на будівництві водопроводу прийнятий автокран КС-3661А.

Укладання трубопроводів виконується після закінчення робіт з підготовки основи під трубопроводи. В місцях з'єднання труб по трасі для зручності робіт влаштовуються прямки]. Монтаж труб проводиться за допомогою крана.

5.4. Календарний план

5.4.1. Побудова календарного графіка

На основі об'ємів, трудомісткості і вибраних методів технології робіт проектується календарний план. Для визначення тривалості робіт слід керуватися раніше визначеною трудомісткістю і розрахунковим складом комплексних бригад або рекомендованим по ДБН складом спеціалізованих ланок.

5.4.2. Техніко-економічні показники календарних планів

Складений календарний план необхідно проаналізувати з точки зору його показників раціональності :

- тривалість виконання $T_{кр} \leq T_{норм}$, або $T \leq T_{норм}$;
- показник суміщення процесів за часом для сіткового графіка:

$$K_{сум} = \frac{\sum_{i=1}^n m-i}{T_{кр}} = \frac{16}{16} = 1,0 ,$$

де $T_{кр}$ - тривалість критичного шляху в днях; T - тривалість робіт в днях за календарним планом; $K_{нер}$ - показник нерівномірності руху трудових ресурсів:

$$K_{нер} = \frac{N_{max}}{N_{сер}} = \frac{8}{3} = 2,7,$$

де N_{max} - максимальне число робітників на добу (32 чол.); $N_{сер}$ - середньоспискова кількість робітників

$$N_{сер} = \frac{\Sigma Q}{T} = \frac{37,69}{16} = 3 \text{ чол.}$$

де ΣQ - сумарна трудомісткість, люд.днів.

5.5. Технологічна карта на монтаж трубопроводів

5.5.1. Область застосування карти

Технологічна карта розроблена для монтажу поліетиленових труб діаметром 280 мм, за допомогою пневмоколісного крану марки КС-3561А. Район будівництва відноситься до другої будівельно-кліматичної зони. Труби з'єднуються за допомогою зварювання. Роботи виконуються у дві зміни в літній період.

5.5.2. Організація і технологія будівельного процесу

На місці будівництва трубопроводу всі труби, перед укладанням повторно перевіряються. Для цього кожену трубу оглядають для виявлення тріщин, раковин, наростів і інших дефектів. Перевіряють зовнішні діаметри циліндричної частини і внутрішні діаметри розтрубів труб. Відхилення від розмірів розтрубних труб не повинні перевищувати допустимих величин. Труби які не відповідають вимогам технічних правил бракуються.

Перед укладкою труб необхідно перевірити відповідність проекту відміток дна, ширини траншеї, закладання відкосів, підготовлення основи і надійність кріплення стінок відкритої траншеї.

До опускання в траншею внутрішня поверхня труб очищається від забруднень.

Опущені на дно траншеї труби укладаються по шнуру, відвісу і візирці. Максимальне відхилення осей двох суміжних труб від осі трубопроводу в необхідних випадках допускається але не більше 10 см. При укладанні труб для їх вирівнювання не допускається підкладувати обрізки досок, камені, тверді грудки ґрунту.

Розкладання труб вздовж траншеї проводиться на відстані не менше 1...1,5 м від бруківки траншеї, розміщуються в такому напрямку, в якому вони повинні бути укладені в траншею (напрямок руху рідини по майбутньому трубопроводу повинен відбуватись від розтруба до гладкого кінця). Для полегшення монтажу сталевих труб, необхідно щоб їх розтруби були обернені в бік більш високих відміток по траншеї. Будівництво трубопроводу повинно виконуватись сконцентровано, без розтягування фронту робіт. Для запобігання обвалу ґрунту зі стінок траншей і порушення цілісності природньої структури ґрунту для траншей – надійної основи укладуємого трубопроводу – розрив в часі між відриванням траншей і укладанням в них труб повинні бути мінімальними. Всі наступні роботи, аж до самої зворотної засипки траншей ґрунтом, повинні виконуватись без перерви, в максимально короткий термін.

В процесі виробництва будівельно-монтажних робіт повинен бути організований контроль за їх якістю у вигляді встановлення систематичного контролю за виконаними роботами.

Контроль повинен забезпечити проектне положення споруди і дотримання її розмірів в межах допустимих нормативних відхилень, відповідність якості виконаних робіт вимогам діючих нормативних документів, а також відповідність використовуваних матеріалів і виробів вимогам робочих креслень, державних стандартів і технічних умов.

Перевірка якості матеріалів виконується на основі паспортів і сертифікатів, що засвідчують відповідність якості отриманих матеріалів встановленим стандартам. При виниканні підозри в належній якості матеріалів, а також при відсутності на них паспортів, сертифікатів, вони до

використання не допускаються, до проведення відповідних лабораторних аналізів.

В процесі робіт повинно систематично і вчасно оформлятися і подаватися контрольним органам виконавча технічна документація (журнали робіт, акти на приховані роботи, розбивочні схеми, паспорти і сертифікати на матеріали і вироби і т. д.), що підтверджує якість виконуваних робіт. Крім поопераційного контролю за якістю виконуваних робіт, необхідно встановити порядок систематичного проміжного приймання, за участю представника замовника, закінчених робіт і конструктивних елементів, приховуваних наступними роботами, оформляючи це необхідними актами. Якість окремих видів будівельно-монтажних робіт і конструктивних елементів обов'язково оцінюється при проміжних прийомках (при закриванні нарядів-завдань на виконані роботи, при актуванні прихованих робіт при участі технагляду замовника і т.д.). Якість повністю закінчених робіт визначається комісією при здачі об'єкта в експлуатацію.

Розвантаження і розкладання труб проводиться в наступній послідовності: автомобіль з'їжджає з під'їзної дороги і зупиняється між траншеєю і автокраном; автокран піднімає трубу на висоту 0,5...0,7 м від причепа, а автомобіль від'їжджає в напрямку укладання труб на відстань рівну довжині труби, після чого труба укладається паралельно траншеї, потім автокран пересувається до автомобіля і операція повторюється. Укладання труб біля бровок траншеї необхідно проводити на дерев'яні підкладки товщиною не менше 15...20 см довжиною 1,0 м.

Для контрольної перевірки розмірів труб і стану їх робочої поверхні відбираються зразки в кількості 10 % труб від партії. В випадку незадовільних результатів контрольної перевірки розмірів труб і стану їх робочих поверхонь проводять повторну перевірку подвійної кількості труб, взятих з тієї ж партії. Якщо при повторній перевірці хоча б одна труба не буде задовольняти вимогам технічних правил по розмірам і стану робочих поверхонь, то проводять поштучне прийняття всієї партії по цим показникам. Розміри труб

перевіряють металевими вимірювальними інструментами або шаблонами з точністю до 1 мм.

Перевірку розмірів проводять наступним чином:

- товщину бетонного покриття на кінцях труб вимірюють штангенциркулем в чотирьох місцях в двох діаметрально протилежних перерізах;

- зовнішній діаметр вимірюють калібрами не менше як по двом взаємно перпендикулярними перерізами;

- внутрішній діаметр каліброваної частини вимірюють нутрометром в трьох точках, на відстані 30, 60 і 80 мм від торця труби.

Стан поверхні труби перевіряють зовнішнім оглядом, а при необхідності, обміром дефектних місць. На всі виявлені дефекти оформлюються рекламації.

Монтаж труб належить починати після перевірки відповідності проекту відміток дна траншеї.

5.6. Будівельний генеральний план

Будгенплан, як правило, складається після розробки технологічних карт, вибору методів виконання робіт, складання календарного плану.

На стадії проекту виробництва робіт складається будгенплан для окремого об'єкта.

Об'єктний будгенплан слід розробляти на період виконання найбільш складних і трудомістких процесів зведення будинку чи споруди.

При проектуванні будівельного генерального плану потрібно дотримуватись таких вимог:

- тимчасові будинки і споруди слід розташовувати з врахуванням зручного використання їх і дотримання протипожежних норм, санітарно-гігієнічних умов та вимог техніки безпеки;

- об'єм та вартість тимчасових будинків і споруд повинна бути мінімальними. В першу чергу необхідно використовувати постійні мережі та дороги;

- відстань переміщень будівельних вантажів повинна бути мінімально.

5.6.1. Розрахунок площ складів

Для розрахунку площ складів попередньо необхідно виконати вибірку основних будівельних матеріалів за виробничими нормами витрат матеріалів. Розрахунок площ складів виконується з одночасним заповненням відомості розрахунку складів .

Таблиця 4

Розрахунок складів

Назва матеріалів	Одиниці виміру	Потрібна кількість	Термін використання	Норма запасів матеріалів в днях	К-сть матеріалів, яка підлягає зберіг.	К-сть матеріалів, що розміщені на 1 м ² складу	Коефіцієнт використання складу	Загальна площа складу
Труби	т	47,35	6	4	47,35	0,8	0,6	19,6
Пісок	т	45,3	20	10	32,4	1,3	0,8	22,6

Найбільші добові витрати матеріалів Q_d (графік б) визначаються за формулою:

$$P = \frac{Q \times K_1 \times K_2 \times n}{T_{кр.}} = \frac{97,85 \cdot 1,1 \cdot 1,3 \cdot 12}{10} = 167,91$$

де Q - кількість матеріалів, необхідних для здійснення будівництва впродовж розрахункового періоду інтенсивних витрат матеріалів у відповідних вимірювачах; K_1 - коефіцієнт нерівномірності поступання матеріалів і виробів на склади будівництва, який визначається з врахуванням місцевих умов постачання (для автомобільного і залізничного транспорту 1,1); K_2 - коефіцієнт нерівномірності споживання матеріалу впродовж розрахункового періоду (приймаємо рівним 1,3); $T_{кр.}$ - тривалість критичного шляху; n - прийнятий запас визначається в днях за довідником.

Нормативна кількість матеріалів, конструкцій та деталей, які підлягають зберіганню на 1м.кв. площі складу n визначається за нормами;

Корисна площа складу (без проходів) F визначається за формулою:

$$F = \frac{p}{n} = \frac{167,91}{12} = 11,0, \text{ м}^2.$$

Загальна площа складу (розрахункова), включаючи проходи S визначається за формулою:

$$S = \frac{F}{b} = \frac{11}{0,6} = 18,4 \text{ м}^2,$$

де b - коефіцієнт використання складу, який характеризує відношення корисної площі складу до загальної і приймається:

- для закритих опалювальних складів - 0,6...0,7;
- для закритих неопалювальних складів - 0,6...0,7;
- при закритому зберіганні матеріалів - 0,5...0,7;
- при закритому штабельному зберіганні матеріалів - 0,4...0,7;

для відкритих складів:

- лісоматеріалів - 0,4...0,5;
- металу - 0,5...0,6;
- нерудних буд. матеріалів - 0,6...0,7.

Розміри будинків та споруд в тому числі і складів визначаються на основі уніфікованих типових секцій.

5.6.2. Розрахунок тимчасових будинків виробничого, побутового і адміністративного призначення

Для розрахунку тимчасових будівель адміністративно-господарського і санітарно-побутового призначення приймається така номенклатура:

- будинки адміністративно-господарського призначення:
 - контора майстра (при чисельності робітників до – 50 ч.);
 - будинки санітарно-побутового призначення:
 - гардеробна;
 - душові (чоловічі);
 - приміщення для сушки робочого одягу.

Назва і кількість тимчасових будинків залежить від кількості працюючих. Розрахункова кількість працюючих визначається за сітковим

графіком і залежить від максимальної кількості працюючих в зміну (див. графік руху трудових ресурсів) з врахуванням норм на одного чоловіка. При цьому умовно приймається, що в зміну працюють 70 % робітників і 80 % ІТР, службовців і МОП. Кількість працюючих становить 10 чоловік. Методика розрахунку наведена в таблиці 5.

Таблиця 5

Розрахунок тимчасових будинків і споруд

№ п/п	Назва тимчасових будинків	Кількість	Норма одного працюючого	Розрахункова площа
1	Контора	2	4	8
2	Гардеробна (чоловіча)	8	0,7	5,6
3	Душова	8	1,0	8
4	Сушилка	8	0,2	1,6
5	Приміщення для приймання їжі	8	1,0	8

Норми потреби в адміністративних і господарсько-побутових будинках на одного працюючого наведені в довідника. Об'єм тимчасових будинків повинен бути мінімальним, але повністю забезпечувати побутові умови робітників і службовців.

5.6.3. Розрахунок тимчасового водопостачання будівельного майданчика

Проектування тимчасового водопостачання рекомендується в такій послідовності:

- визначення споживачів води;
- визначення потреби води споживачів;
- визначення розрахункових витрат води на будівництво;
- встановлення вимог до якості води;
- вибір джерел водопостачання;

- проектування систем водопостачання і вибір схеми мережі;
- розрахунок діаметра труб.

Вихідними даними проектування водопостачання є:

- номенклатура і об'єми робіт;
- термін виконання робіт;
- кількість робітників, які зайняті на будівельному майданчику;
- дані про джерела водопостачання.

Розрахункові секундні витрати води визначаються за формулами для кожного споживача окремо. На будівельні і транспортні машини та обладнання підсобних виробництв секундні витрати води дорівнюють:

$$Q_M = \frac{M \times g_2 \times K_2}{n \times 3600} = \frac{(11 + 300) \times 1 \times 1.5}{8 \times 3600} = 0,016 \text{ л/с},$$

де Q_M - максимальні секундні витрати води на будівельні і транспортні машини та обладнання підсобних виробництв, л; M - кількість машин (будівельних і транспортних та обладнання підсобних виробництв) відповідного типу; g_2 - норма витрати води на відповідний вимірювач, приймається з довідника; K_2 - коефіцієнт нерівномірності споживання води для будівельних машин (приймається з довідника); n - кількість годин у зміні.

На господарсько-питні потреби секундні витрати води дорівнюють:

$$Q_T = \frac{q_n \cdot n_p \cdot K_2}{8 \cdot 3600} + \frac{q_p \cdot n_o}{T_1 \cdot 60} = \frac{300 \cdot 25 \cdot 1.5}{8 \cdot 3600} + \frac{150 \cdot 13}{45 \cdot 60} = 1,05 \text{ л/с},$$

де Q_T - максимальні секундні витрати води на господарсько-питні потреби на будівельному майданчику, л; n_p - максимальна кількість працюючих на будівництві у зміну; q_n - норми витрати води на одного чоловіка у зміну (приймається з довідника), л; q_p - норми витрати води на прийом одного душа (приймається з довідника), л; K_2 - коефіцієнт нерівномірності споживання води на санітарно-побутові потреби, (приймається з довідника); K_4 - коефіцієнт, який враховує відношення робітників, які користуються душем до найбільшої чисельності робітників у зміну, приймається рівним 0,3...0,4; T_1 - час користування душем.

Для гасіння пожежі на будівельному майданчику секундні витрати води беруться за нормами, які приймаються в залежності від площі будівельного майданчика, $Q_{п}$; для ділянки площею до 30 га. витрату на пожежогасіння приймаємо рівною 10 л/с.

Загальна витрата у воді для будівельного майданчика складають:

$$Q_{\text{погр}} = Q_{\text{в}} + Q_{\text{г}} + Q_{\text{п}} = 0,016 + 1,05 + 10 = 11,066 \text{ л/с.}$$

Для водопостачання будівельного майданчика використовується привозна цистерна з питною водою.

5.6.4. Розрахунок енергопостачання будмайданчику

Необхідна кількість електроенергії визначається потужністю силових установок, зовнішнього і внутрішнього освітлення і виробничих потреб.

Розрахунок проводиться на період витрати енергії

$$P = 1.1 * \frac{K_1 * \sum P_c}{\cos v} + K_2 * \sum P_3 + K_3 * \sum P_6 + P_{\text{вир}},$$

де K_1, K_2, K_3 - коефіцієнти одночасної витрати потужності:

$K_1 = 0,75, K_2 = 1, K_3 = 0,8$; P_c - потужність силових установок, кВт;

P_3 - потужність зовнішнього освітлення, кВт; P_6 - потужність внутрішнього освітлення, кВт; $P_{\text{вир}}$ - виробнича потужність, кВт; $\cos v$ - коефіцієнт потужності.

Результати розрахунків зводимо в таблицю 6.

Таблиця 6

Характеристика користувачів електроенергії на будівельному майданчику

Назва користувачів	Кількість	Норма на одиницю виміру або установку, кВт	Загальна витрата електроенергії, кВт
Зовнішнє освітлення	300 м ²	0,015	4,5
Внутрішнє освітлення	100 м ²	0,015	1,5

Загальна витрата електроенергії становить:

$$P = 1 \cdot 4,5 + 0,8 \cdot 1,5 = 5,7 \text{ кВт}$$

Ця потужність електроенергії буде забезпечуватись пересувною електростанцією потужністю 10 кВт.

5.7. Техніка безпеки на будівельному майданчику

Безпека праці при прокладанні трубопроводу забезпечується передусім правильним вибором і технічним обґрунтуванням розмірів робочих місць і їх відповідною організацією.

Важливе значення має підтримання в належному стані машин, механізмів, інструментів і пристроїв. Всі робочі місця, а також з'єднуючі їх транспортні зони і кріплення траншей необхідно підтримувати в порядку, що забезпечує безпечне виконання робіт і переміщення машин і кранів в монтажній зоні.

Для запобігання руйнування стінок траншей і виникнення загрози стійкості крана при його роботі і пересуванні необхідно витримувати встановлені відстані від нього до бруківки траншеї. Труби на бермі закріплюють так, щоб запобігти їх скочуванню в траншею. Траншеї і котловани на вулицях і дворових ділянках необхідно огороджувати і освітлювати в нічний час.

При підніманні трубопроводу особливу увагу приділяють на загальну стійкість автокрана. Якщо навантаження на гаку різко збільшується і виникає загроза перекидання крана, піднімання необхідно припинити і трубопровід опустити на землю. При підніманні і укладанні трубопроводів в траншею необхідно дотримуватись наступних вимог безпеки і охорони праці: слідкувати за станом механізмів крана і його контрольними приладами; не піднімати вантаж, що перевищує максимальну вантажопідйомність крана при даному вильоту стріли; піднімати і опускати трубопровід без ривків, ізольована частина при опусканні в траншею не повинна торкатись її стінок;

при накладанні полотенця на труби виконувати сигнали такелажника, не допускаючи передчасного натягання вантажних канатів.

При підніманні і опусканні труб в траншею забороняється знаходитись під піднятою стрілою, між траншеєю і трубопроводом, в траншеї і в зоні можливого падіння стріли. Труби масою, близькою до максимальної вантажопідйомності, необхідно підіймати за два прийоми: спочатку на висоту 0,2...0,3 м, після чого перевірити стан вантажопідйомних пристроїв, а потім на необхідну висоту.

Перед опусканням робочих в траншею, котловани і колодязі майстер повинен впевнитись у відсутності в них вибухонебезпечних та шкідливих газів. При виявленні таких газів роботи необхідно припинити, а робочих вивести в безпечне місце, після чого прийняти заходи щодо видалення газів і усунути причини їх появи.

6. Охорона праці

6.1 Охорона праці при монтажі трубопроводу

При монтажі та випробуванні трубопроводів слід керуватися вимогами ДБН А.3.2-2-2009 «Система стандартів охорони праці». Охорона праці та промислова безпека в будівництві. Основні положення (НПАОП 45.2-7.02-12).

Вимоги до монтажних робіт:

- проводити протипожежні, відновлювальні та інші роботи за умови отримання та оформлення у відповідному порядку дозволу;
- зберігати на робочому місці мастило та інші паливно-мастильні матеріали в кількості, що не перевищує добової потреби;
- забезпечити всіх працівників відповідним спецодягом, спецвзуттям та засобами індивідуального захисту;
- при використанні легкозаймистих і горючих речовин забороняється використання синтетичних матерчатих засобів.

Особи віком від 18 років, які пройшли:

- медичний огляд відповідно до вимог Положення про порядок проведення медичного огляду працівників певних категорій, затвердженого наказом Міністра охорони здоров'я України від 31.03.2014 р., мають право виконувати монтажні роботи з використанням інструменту та обладнання;

- пройшли навчання та атестацію відповідно до вимог правил пожежної безпеки України, мають право виконувати роботи підвищеної небезпеки.

Виконання робіт на висоті 1,3 м і більше від поверхні землі, підлоги або робочої площадки, у тому числі робочих площадок ліфтів і механізмів, а також на відстані менше 2 м від неогороджених схилів є роботами з підвищеним ризиком.

Ремонтні роботи на висоті 1,3 м і більше дозволяється проводити тільки з риптувань або майданчиків. Якщо їхнє використання неможливо з технічних причин, ремонтні роботи необхідно проводити в люльках або з використанням запобіжного ременя. Місця надійного кріплення карабіна запобіжного ременя повинні бути вказані працівнику перед початком роботи на висоті відповідальним за роботу. Забороняється встановлювати тимчасові майданчики на будь-яких опорах (на бочках, цеглинах тощо) замість майданчиків.

Для роботи на висоті застосовують такі типи драбин:

- одноколінчасті приставні та підвісні;
- приставну розсувну трилапу (триланкову) дерев'яну типу Л-3К;
- комбіновану склопластикову ЛКС-9-12 висотою 7, 9, 12 м;
- композитну склопластикову ЛПНС-2К-7, призначений для підйому працівників на опори висотою до 7 м;
- складані переносні (напівсекційні), призначені для підймання працівників на залізобетонні опори за допомогою циліндричних і конічних стояків діаметром від 300 до 560 мм на висоту 14 м.

Під час виконання робіт на висоті забороняється:

- працювати на приставних драбинах, стоячи на щаблі менше 1 м від верху драбини;
- створювати додаткові опорні конструкції з ящиків, бочок тощо при недостатній довжині драбини;
- встановлювати стаціонарні драбини під кутом нахилу до горизонтальної площини більше 60° без додаткового кріплення верхньої частини драбини;
- встановлювати драбину на сходинку. Сходинки мають бути влаштовані на містках, якщо це необхідно;
- виконувати роботи з двох верхніх щаблів драбин без поручнів та упорів;
- перебування на щаблях нахиленої драбини або платформи більш ніж одного працівника;
- піднімати або опускати вантаж на причепленій драбині та залишати на ній інструмент;

Під час роботи з приставними драбинами в місцях, де є можливість руху і проходу людей, убезпечити робочу зону. На нижньому кінці драбини має бути людина, яка стежить, щоб перехожі не торкалися драбини. Нижні кінці драбини повинні мати гумові наконечники для кам'яної підлоги та гострі металеві наконечники для дерев'яної підлоги.

Ручні електричні машини повинні відповідати вимогам ПУЕ, ДСТУ 7239:2011. Система стандартів безпеки праці. Засоби індивідуального захисту. Загальні вимоги та класифікація.

Для захисту очей використовувати окуляри та одягати шолом відповідно до вимог ДСТУ 7239:2011. Система стандартів безпеки праці. Засоби індивідуального захисту.

Монтаж внутрішнього санітарно-технічного обладнання проводити тільки за наявності проекту на виконання робіт. Роботи з монтажу внутрішнього санітарно-технічного обладнання слід розпочинати після прийняття або приймання будівлі до монтажу та погодження з

генпідрядником графіка суміщених робіт. Роботи з монтажу внутрішнього санітарно-технічного обладнання повинні виконуватися таким чином, щоб попередня операція повністю виключала можливість виникнення виробничої небезпеки під час наступних операцій.

Встановлення насосів, водонагрівачів та іншого обладнання на фундаменти, кронштейни та інші опори слід проводити після затвердіння бетону до проектної міцності.

З'єднання сталевих оцинкованих труб, деталей і вузлів зварюванням слід проводити за умови локального видалення токсичних виділень або очищення цинкового покриття на довжину 20-30 мм, а потім зовнішньої поверхні зварного шва, зону, прилеглу до шва, покривають фарбою.

Застосовувати механізоване знаряддя, пристрої та засоби малої механізації дозволяється тільки згідно з інструкціями, що містяться в паспорті.

При виконанні робіт слід застосовувати лише ефективні, механізовані інструменти, пристрої та засоби малої механізації. Вирізаючи отвори та прорізи, захищайте себе від пошкоджень скалками з іншого боку вирізаних отворів. Забороняється вирізати отвори в приставних драбинах.

6.2 Охорона праці під час риття траншей

Перед початком земляних робіт у місцях наявних підземних комунікацій відповідно до ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці та промислова безпека в будівництві» повинні бути розроблені та погоджені з організаціями, які експлуатують ці комунікації, заходи щодо забезпечення безпечних умов праці.

Відповідне управління міського господарства отримує дані про наявність інших підземних споруд на будівельному майданчику, розмічає їх на місці, отримує дозвіл на виконання робіт, проводить цільовий інструктаж працівників, які будуть виконувати роботи. У безпосередній близькості від існуючих підземних комунікацій земляні роботи

проводяться під наглядом відповідального за роботу працівника, а в безпосередній близькості від струмопровідних кабелів, трубопроводів, крім того, роботи проводяться під наглядом представників компанії відповідного управління. Представники цих організацій викликаються на місце перед початком робіт. У разі виявлення раніше невідомих підземних об'єктів земляні роботи на даній ділянці припиняються до з'ясування природи цих об'єктів. У разі виявлення у виробці вибухонебезпечних предметів або газу земляні роботи необхідно припинити, робітники мають негайно залишити виробку та повідомити керівника робіт. Проводити земляні роботи поблизу активних електричних кабелів слід з особливою обережністю.

Перед початком земляних робіт на вулицях і дворах місце робіт необхідно надійно огородити, для чого встановлюють:

- загородження з дощок висотою 1,1 м по всьому периметру, пофарбованих у паралельні горизонтальні смуги білого та червоного кольорів, шириною 0,13 м;
- щити з дощок висотою 1,2 м і шириною 1,5 м, пофарбованих у жовтий колір з червоною облямівкою шириною 0,12 м по контуру щита;
- тимчасові дорожні знаки відповідно до ПДР. Висота стендів для переносних дорожніх знаків повинна бути 1,5 м. У темну пору доби на стійку світлофора вішають ліхтар з розсіювачем червоного кольору.

Забороняється пересування транспортних засобів та виконання інших робіт на відстані ближче 3 м від незакріпленої виробки (траншеї, котловану), а також переміщення будівельних машин і транспортних засобів поблизу незакріплених виробок без попередньої перевірки шляхом розрахунку міцності кріплення. При цьому враховується розмір і динаміка навантаження. Ями і канави в місцях руху людей і транспорту повинні бути огорожені суцільною огорожею.

При влаштуванні котлованів залишають насипи завширшки не менше 0,5 м. Розміщувати на насипі знаряддя та матеріали забороняється.

При проведенні земляних робіт на перехрестях вулиць на перехрестях розміщують перемички шириною не менше 0,7 м з поручнями на висоті не менше 1,0 м. Неприпустимо впорядкування ґрунту шляхом перекопування (ущільнення).

Для спускання працівників у ями та широкі канали використовують сходи завширшки не менше 0,75 м з поручнями, а для спускання працівників у вузькі канали — приставні драбини. Неприпустимо спускатися в каналу уздовж розпірок кріплень. При ручній розробці траншей і котлованів для викидання ґрунту з глибини понад 1,8 м за армованими стояками влаштовують спеціальні полиці-настили. Ширина стелажів – не менше 0,7 м, відстань між стелажимами – 1,5 м. Кожна полиця обладнується бортом висотою 0,15 м. Механізоване риття котлованів і траншей здійснюється за системою вертикальних стінок без сполучників або з зі сполучниками і з нахилами без сполучників. Риття котлованів і траншей землерийними машинами без встановлення кріпильних виробів проводиться з відповідними ухилами.

Кут нахилу укосів котлованів і котлованів без кріплень у разі природного зволоження ґрунту визначають згідно з вимогами ДБН А.3.2-2-2009. Якщо глибина траншей і котлованів більше 5 м, то кут нахилу укосів визначають розрахунком. Не допускається розробка вологих піщаних, супіщаних лесових або лесових ґрунтів без сполучних елементів. У траншеях і котлованах, що розробляються без кріплення і після їхньої повної або часткової виїмки, за наявності в них вологи допускаються роботи за умови вжиття заходів щодо запобігання обрушенню ґрунту.

При роботі на укосах котлованів глибиною понад 3 м і насипах висотою понад 3 м і кутом нахилу більше 45°, а також на вологих поверхнях з кутом нахилу більше 30° працівники мають бути укомплектовані запобіжними поясами з мотузками, які прив'язуються до міцних опор.

При риття траншей з вертикальними стінками ґрунт видаляють вручну, не допускаючи утворення тріщин, встановлюють перший шар кріплення, а потім у такому ж порядку продовжують подальшу розробку. При проходженні рівнів в з'єднувачах окремі частини стійок замінюють по всій глибині виїмки. Кріпильні котловани і траншеї розбирають знизу при засипці ґрунтом або будівництві фундаменту. Одночасно дозволяється знімати по висоті не більше двох дощок, а на пухких і нестійких ґрунтах — не більше однієї.

У разі зняття дощок відповідним чином підганяють розпірки, а наявні розпірки знімають лише після встановлення нових.

Забороняється розробляти ґрунт у траншеях і котлованах шляхом підкопування, тобто під нависаючим масивом ґрунту. Створені при цьому ґрунтові нависи, повинні бути засипані з уживанням відповідних заходів і після того, як робітники були виведені з виїмки. Риття траншей і котлованів з укосами без кріплення в нескельному ґрунті вище рівня ґрунтових вод або осушених шляхом штучного пониження води допускається відповідно до встановлених ДБН значень А.3.2-2-2009 при найбільших ухилах укосів.

У кожен змін слід перевіряти стан укосів і при їхньому пошкодженні (появі тріщин тощо) роботу припинити, а укоси зробити більш похилими. При будівництві котлованів з вертикальними стінками кріплення слід встановлювати відразу після досягнення глибини розробки, дозволеної для цього типу ґрунту без стінових кріплень. Кріплення слід встановлювати зверху вниз у міру поглиблення виїмки. Надійність і стан кріплень необхідно перевіряти кожен змін.

У випадках, коли необхідно проводити роботи з використанням електричного обігріву землі, опалювальна зона має бути огорожена, а люди не повинні перебувати біля зон під напругою. Під час підйому ґрунту з траншей відрами слід встановлювати захисні навіси для захисту працюючих.

6.3 Охорона праці при ритті траншей екскаваторами

Одноківшові гусеничні екскаватори встановлюють на запланованому майданчику на відстані не менше 2 м від краю виїмки, а під гусениці (або колеса) підкладають підкладки. Відстань від кабіни одноківшового екскаватора до стінки траншеї або котловану при будь-якому положенні екскаватора має бути не менше 1 м.

Під час перерв у роботі, незалежно від їхньої причини і тривалості, стрілу екскаватора відводять від забою, а ківш опускають на землю.

При русі одноківшового екскаватора стріла переставляється в напрямку руху і ківш піднімається над землею на 0,5-0,7 м.

Завантажують ґрунт екскаватором на автомобіль ззаду або збоку кузова, але не через кабіну. Не дозволено:

- перебування людей між екскаватором і транспортними засобами, під ковшем або стрілою при навантаженні ґрунту;
- переміщення ґрунту бульдозером вгору або схилом з кутом нахилу більше 30°;
- висування відвала бульдозера за край укосу виїмки при відсіпанні ґрунту.

При розробці траншей одноківшовими екскаваторами забороняється залишатися під ковшем в радіусі дії стріли плюс 5 м, а також у верхній частині забою в зоні призми обвалу. При роботі багатоковшових екскаваторів у виїмці зону можливого обвалення ґрунту (при ритті траншей з вертикальними стінками) і простір на відстані не менше 5 м від конвєса і перед екскаватором у напрямку руху небезпечною зоною є сама траншея.

При проходженні каналів через охоронну зону ліній електромереж допускається їхнє копання одно- або багатоковшовими екскаваторами,

якщо відстань від крайньої точки екскаватора до найближчого проводу становить не менше 1,5 м на лінії напругою до 1 кВ, 2 м на напругу до 20 кВ, 4 м на напругу до 110 кВ і 9 м на напругу до 750 кВ.

Під час роботи з ґрунтом екскаватор слід розміщувати на заздалегідь підготовленій рівній площадці, яка забезпечує нормальний огляд фронту робіт. Екскаватор, встановлений на запланованій території, повинен бути закріплений від самовільного переміщення. Опори і відвал повинні бути опущені.

При огляді фронту робіт машиніст екскаватора повинен враховувати наступне:

- при розробці виїмок, траншей і котлованів (коли забій нижче рівня екскаватора) екскаватор повинен знаходитися за межами призми обвалення ґрунту (укошу забою);
- відстань між забоем (конструкцією) і кабіною екскаватора в будь-якому положенні має бути не менше одного метра;
- на забійному схилі необхідно прибрати каміння, балки, пні, які можуть обвалитися під час роботи екскаватора.

Відстань від зовнішнього краю ланцюга екскаватора до краю траншеї і виїмки визначають з розрахунку стійкості укосів, але вона повинна бути не менше 1 м. Відстань кабіни однокішпового екскаватора від стіни за будь-якого положення кабіни також повинна бути не менше 1 м, а відстань осі екскаватора від забійної стіни повинна бути не менше зазначеної в проекті виконання робіт.

Забій для прямої лопати має бути стінкою над поверхнею установки екскаватора з нахилом під природним ухилом землі в бік екскаватора. Вертикальні стіни забою допускаються тільки на щільних ґрунтах.

При зворотній лопаті виїмка повинна являти собою поверхню, нахилену під кутом природного укошу ґрунту в бік екскаватора, яка утворює торцеву стінку виїмки, де на краю розташований екскаватор; стінка також повинна мати нахил під природним кутом від екскаватора.

Допускається створення траншеї невеликої глибини в ґрунтах природної вологості (при відсутності ґрунтових вод) з вертикальними стінками (без кріплення), але глибиною не більше:

- на насипних, піщаних і гравійних ґрунтах – 1 м;
- в супісках – 1,25 м;
- в суглинках і глинах – 1,5 м;
- в особливо щільних нескельних ґрунтах – 2,0.

Для запобігання нещасним випадкам у разі обриву несучого каната або аварії робочого механізму під час роботи екскаватора забороняється перебувати в радіусі, що дорівнює довжині стріли плюс 5 м, але не ближче 15 м від нього.

Під час роботи екскаватора не допускаються інші роботи на забої, а також перебування людей у зоні, утвореній радіусом роботи екскаватора плюс 5 м.

При навантаженні ґрунту (інших сипучих матеріалів) екскаватором на транспортний засіб подавати ґрунт слід тільки збоку або ззаду, але ні в якому разі не через кабінку водія. Забороняється під час роботи перебувати людям у кабіні автомобіля та між ним і екскаватором.

Під час роботи екскаватора не дозволяється керувати бульдозером у радіусі дії екскаватора. Встановлення та експлуатація екскаватора на відстані менше 30 м від кінця силового кабелю або повітряної електромережі напругою понад 42 В дозволяється здійснювати тільки згідно з наказом про допуск, який визначає безпечні умови такої роботи.

Машиністу забороняється самовільно встановлювати екскаватор для роботи поблизу ліній електропередачі, про що робиться відмітка у відповідному документі. При переміщенні будівельних машин і механізмів і транспортуванні устаткування і споруд під проводами ЛЕП відстань по вертикалі між найвищою точкою пересувного екскаватора і найнижчим проводом не має бути меншою за наведену в таблиці:

Таблиця 7

Напруга лінії електромережі	Відстань (по вертикалі) у метрах
До 1000В	1
1-20 кВ	2
35-110 кВ	3
154 кВ	4
220 кВ	4

При роботі взимку товщина льоду на переправі в залежності від маси екскаватора повинна бути не менше: 6 т – 28 см; 10 т – 35 см; 16 т – 45 см; 20 т – 50 см. Товщину льоду перевіряють заздалегідь, після очищення проходу від снігу. Якщо міцність льоду викликає сумніви, його несучу здатність зміцнюють мотузкою або дошками. Настил має бути вдвічі ширшим за машину, що переправляється, і приморожений до поверхні льоду.

Забороняється працювати екскаватором у воді на глибині понад 0,5 м, а на будь-якій глибині – на глинистому ґрунті.

Робота екскаватора в зоні діючих газопроводів високого тиску, які знаходяться під тиском і не мають витоків газу, дозволяється на відстані не ближче 0,5 м від труби. Подальші роботи з відкриття трубопроводу слід виконувати вручну, без застосування ломів, кирок та інших ударних інструментів.

Перед тим, як починати земляні роботи екскаватором, необхідно визначити положення газопроводу в горизонтальній і вертикальній площині шляхом ручного підкопування через кожні 10-20 м.

Для підкопування газопроводів з витокami газу забороняється використовувати землерийну техніку.

Роботи екскаватором в зоні діючих газопроводів високого тиску, в районі газорозподільних станцій та інших вибухонебезпечних і пожежонебезпечних об'єктів і місць, а також у темну пору доби дозволяється виконувати тільки після вказівки машиністу екскаватора, який отримує спеціальні розпорядження від керівника робіт і під його безпосереднім керівництвом і за наявності наряду-допуску до робіт з підвищеним ризиком.

6.4 Охорона праці при монтажних роботах

При виконанні монтажних робіт автокран встановлюється на спланованому та підготовленому майданчику з урахуванням категорії та характеру ґрунту. Не допускається встановлювати крани для роботи на свіжонасипаному неуцільненому ґрунті, а також на місцевості з ухилом, що перевищує зазначений у паспорті. Встановлювати автокрани можна на краях укосів, котлованів або канав за умови дотримання встановлених відстаней.

Перед виконанням будь-яких рухів краном кранівник повинен переконатися, що його помічник знаходиться в безпечному місці і в зоні роботи крана немає сторонніх осіб. Під час переміщення крана з вантажем положення стріли та вантажопідйомність крана встановлюються відповідно до інструкції з монтажу та експлуатації крана.

При відсутності інструкції, а також при переміщенні крана без вантажу стріла має бути установлена уздовж колії. Неприпустимо одночасно рухати кран і повертати стрілу.

Кран необхідно встановити на всі додаткові опори, передбачені для цієї функції крана. Неприпустимо підкладати під додаткові опори нестійкі поверхні, які можуть зруйнуватися або з яких опора може вислизнути при підйомі вантажу або повороті крана.

Забороняється перебування кранівника в кабіні крана, яка встановлюється на додаткових опорах, і при їхньому переведенні в

транспортне положення. Підкладки для додаткових опор автомобіля або пневмоколісного крана повинні бути в комплекті з краном і завжди бути на крані.

Спільні роботи з переміщення і підймання вантажів за допомогою двох і більше кранів допускаються в окремих випадках і мають проводитися відповідно до проекту або технологічної карти, розробленої спеціалізованою організацією. Вони повинні містити схеми підвішування і переміщення вантажу із зазначенням послідовності виконання операцій, розташування вантажних канатів, а також вимог до підготовки і стану колії та інші вказівки щодо безпечного підймання і переміщення вантажу. Роботи проводити під безпосереднім керівництвом відповідального за безпечне ведення робіт при транспортуванні вантажів кранами або спеціально виділеного інженерно-технічного працівника; при цьому вантаж, що припадає на кожен кран, не має перевищувати його вантажопідйомності.

Приводити в дію кран тільки за сигналом стропальника. Якщо стропальник подає сигнал всупереч вказівкам, то після такого сигналу кранівник не має права маневрувати краном.

Як кранівник, так і стропальник, які подали неправильний сигнал, несуть відповідальність за збитки, заподіяні в результаті експлуатації крана внаслідок неправильного сигналу. Обмін сигналами між стропальником і кранівником повинен відбуватися в установленому на підприємстві порядку. Сигнал «Стій!» кранівник зобов'язаний виконувати незалежно від того, хто його подає.

Перед підйомом вантажу попередити стропальника та всіх людей, які знаходяться поблизу крана, про необхідність залишити місце підймання вантажу та про можливе опускання стріли. Переміщення вантажу можливе лише в тому випадку, якщо в зоні роботи крана немає людей.

Під час роботи крана забороняється перебувати біля платформи, а також біля неповоротної частини, аби не опинитися затиснутим між обертовою та неповоротною частинами крана.

При навантаженні та розвантаженні автомобілів і причепів до них робота крана дозволяється тільки за відсутності людей на транспортних засобах, що має бути попередньо підтверджене кранівником.

Встановити гак підйомного механізму над вантажем таким чином, щоб виключити діагональний натяг вантажного каната під час підйому.

При підйомі вантажу його необхідно попередньо підняти на висоту 200-300 мм, щоб перевірити правильність підвішування вантажу і надійність гальма.

При підйомі вантажу відстань кронштейна гака від блоків на стрілі має бути не менше 500 мм. Вантажі, що рухаються горизонтально, спочатку повинні бути підняті на 500 мм вище за будь-які предмети, що лежать на їхній дорозі.

Піднімаючи стрілу, треба слідкувати за тим, щоб вона не піднімалася вище положення, яке відповідає найнижчому робочому вильоту. Підіймання і переміщення невеликих штучних вантажів повинно здійснюватися в спеціально призначеній для цього ємності, при цьому повинна бути виключена можливість випадання окремих вантажів.

Підіймання цегли на піддонах без огорожі допускається при навантаженні і розвантаженні (на землю) автомобілів і причепів до них, а також за умови видалення людей із зони руху вантажів.

Перед підйомом вантажу з колодязя, канави, траншеї, котловану, а також перед опусканням у них вантажу необхідно попередньо при опусканні порожнього (ненавантаженого) гака переконатися, що в ньому є не менше 1,5 витка троса без урахування витків під затискним пристроєм.

Укладання і розбирання вантажів повинні здійснюватися рівномірно, не порушуючи встановлених для зберігання вантажів розмірів і не забиваючи коридорів. Уважно стежте за тросами; якщо вони падають з

барабанів або блоків, створюють петлі або виявляють пошкодження каната, роботу крана слід зупинити.

Кран повинен проходити під ЛЕП з опущеною стрілою (в транспортному положенні). Знаходження стріли в будь-якому робочому стані в цьому випадку заборонено.

Кранівник може встановлювати кран або переміщувати вантажі на відстані до 30 м від кінця ЛЕП напругою понад 42 В лише за наявності допуску з визначенням безпечних умов виконання таких робіт. Кранівнику забороняється будь-яке розміщення крана для роботи поблизу ліній електропередачі, про що робиться відмітка в дорожньому документі. Робота крана поблизу лінії електромереж має виконуватися під безпосереднім керівництвом особи, відповідальної за безпечне проведення робіт з транспортування вантажів за допомогою кранів. При виконанні робіт в охоронній зоні лінії електромережі або в розривах, визначених Правилами охорони високовольтних електричних мереж, наряд-допуск може бути виданий тільки за погодженням з організацією, що експлуатує лінію електропередач.

Вантаж, що перевозиться за допомогою крана, який не має спеціальних пристроїв (петлі, кільця, цапфи тощо), повинен бути обов'язаний (прив'язаний) відповідно до встановлених підприємством методів безпечного підвішування (прив'язування) вантажу. Графічні зображення цих способів (схеми стропів) повинні бути надані кранівнику або вивішені на робочих місцях. Схеми строп повинні бути розроблені також для вантажів з петлями, цапфами і рими, призначених для підйому вантажу в різних положеннях. Підймання вантажів, для яких не розроблено схеми стропування, повинно здійснюватися в присутності та під керівництвом особи, відповідальної за безпечне переміщення вантажу за допомогою кранів.

Під час експлуатації автокрана відстань між поворотною частиною крана в будь-якому її положенні та габаритами будівель або штабелів вантажів чи інших предметів повинна бути не менше 1 м. Забороняється:

- буксирувати вантаж по землі, рейкам або балкам за допомогою гака крана при натягуванні канатів під кутом, а також переміщення вагонів, платформ, вагонеток або візків за допомогою гака;

- за допомогою гака або грейфера знімати вантажі, покриті ґрунтом або примерзлі до землі, накриті іншими вантажами, прикріплені шурупами або залиті бетоном;

- звільняти вантажозахоплювальні пристрої (стропи, ланцюги, траверси, грейфери тощо), притиснуті до вантажу краном;

- для підіймання залізобетонних і бетонних виробів масою понад 500 кг, які не мають маркування та маркування щодо фактичної маси.

Крім того, забороняється піднімати:

- залізобетонні вироби з пошкодженими петлями;

- вантаж, підвішування (прив'язування, зачіплення) якого не відповідає схемам безпечного способу підвішування;

- вантаж в нестійкому положенні;

- вантаж, підвішений на одному кутку дворогого гака;

- вантаж у контейнері, який виходить за межі бортів;

- розміщувати вантаж на електричних кабелях і трубопроводах, а також на краю схилу або канави;

- вантаж, на якому знаходяться люди, а також вантаж, урівноважений масою людей або підтримуваний руками.

Також забороняється завантажувати та розвантажувати транспортні засоби, коли в салоні перебуває водій або інші особи.

Кранівник зобов'язаний опустити вантаж у разі:

- виявлення несправностей, а також при наближенні шторму, сильного вітру, швидкість якого перевищує допустиму швидкість для роботи цього крана та зазначену в його паспорті;

- недостатнього освітлення робочого місця крана, сильного снігопаду чи туману, а також в інших випадках, коли він погано розрізняє сигнали стропальника або вантаж, що транспортується;

- пониження температури повітря нижче допустимої мінусової, зазначеної в паспорті крана;

- скручування канатів вантажного підйомника.

Під час експлуатації трубоукладального крана головка стріли повинна бути розташована точно над вантажем, запобігаючи тягнучому механізму по діагоналі; під час підйому вантажу не допускається наближення гакового затискача до оголовка стріли ближче ніж на 0,5 м; вантаж має бути знерухомлений при його підйомі на висоту 20-30 см, аби забезпечити правильне кріплення його строп, щоб стропальник не опинився в небезпечній зоні, забезпечити стійкість машини та безперебійну роботу, для чого лебідку треба загальмувати, а потім продовжити її підйом на необхідну висоту. При укладанні ланки трубопроводу до виїмки машиніст не повинен допускати натягування вантажного каната по діагоналі; заборонено піднімати трубопровід вище 1 м від поверхні землі; підйом і переміщення вантажу декількома трубоукладачами (опускання трубопроводу в траншею) має здійснюватися під безпосереднім керівництвом керівника робіт; не дозволяється піднімати, переміщати або опускати з'єднання трубопроводу під час перебування людей у траншеї.

Під час механізованого очищення трубопроводу трубоукладальники повинні пересуватися трубопроводом, коли стріла сягає висоти не більше 1,5 м. При цьому висота підйому трубопроводу повинна бути мінімальною, необхідною тільки для проходу очисної машини.

Забороняється переміщувати вантаж, коли між піднятим або опущеним вантажем і стіною будівлі, котлованом або обладнанням знаходяться люди, у тому числі стропальник; опускати стрілу з вантажем, поки трубоукладач не стане стійким; піднімати або опускати довгомірні

вантажі без використання спеціальних кріплень (тросів, гаків) відповідної довжини; прокладати трубопроводи в траншеї, якщо в ній і на шляху вантажу знаходяться люди, а також в зоні можливого падіння стріли; опускати вантаж на електрокабелі та трубопроводи, а також ближче 1 м від краю схилу чи траншеї;

У разі взаємодії кількох машин при раптовому перевантаженні одного з трубоукладальників, оператор іншого повинен негайно вирівняти з'єднання трубопроводу, піднявши стрілу або вантажний гак. У разі виходу з ладу одного з укладальників ланку трубопроводу необхідно опустити на землю.

6.5. Охорона праці при оснащенні арматурою споруд водопостачання

Допускається ручне опускання труб або арматури в рів або колодязь масою до 50 кг на подвійних випробуваних ланцюгах або канатах, які не мають зрощень, вузлів, тріщин і т. д. При цьому вага, що припадає на кожного задіяного працівника при опусканні вантажу, не повинна перевищувати 30 кг. Деталі труб масою понад 50 кг опускають у виїмку на блоках, встановлених на естакадах або триногах, за допомогою кранів і механізмів. Однак елементи такої маси можна опустити вручну, якщо дотримані вищевказані умови. Бетонні кільця опускають у виїмку в присутності майстра на мотузках через блоки, підвішені на спеціально розміщених естакадах або триногах. Під час опускання бетонних кілець у виїмці не повинно бути працівників. Опущене кільце встановлюється на місце та підтримується блоком у підвішеному стані.

Перед опусканням матеріалу або інструменту в траншею у виїмку робітник, що стоїть вище, подає голосовий сигнал і опускає матеріал тільки після отримання відповідного сигналу знизу (від особи, яка приймає вантаж). При монтажі трубопроводів слід перевіряти арматуру, арматуру, стійкість укосів і надійність кріплення котлованів.

Під час опускання арматури в траншею забороняється кріпити стропи до маховиків і тяг. Дозволяється підвішувати арматуру тільки за

корпус. При цьому в місцях ребер або гострих виступів потрібно підкласти м'які прокладки. Перед видаленням тросу при установці арматури у виїмку і колодязь необхідно надійно ізолювати короткими дошками, покладеними кліттю. Заздалегідь прокладені труби необхідно надійно засипати ґрунтом.

Територія, де проводяться монтажні роботи, а також рови і колодязі повинні бути добре освітлені в нічний час. Дозволяється живлення закритих прожекторів спеціальним кабелем за умови їхнього монтажу на висоті не менше 2 м і встановлення на міцних опорах. При поганій видимості в траншеях і колодязях використовується освітлення від мережі напругою не більше 12 В або це робиться за допомогою переносних акумуляторних установок. З початком грози всі роботи на колії припиняються, а робітників і механізми вивозять у безпечне місце.

Для ручного виконання допоміжних робіт під час вантажно-розвантажувальних робіт вручну встановлено наступні нормативи:

- одному працівнику допускається піднімати вантаж вагою до 50 кг і переносити на спині до 80 кг; в останньому випадку вантаж необхідно брати зі спеціальної підставки (виставки) або має кластись на спину двома людьми;
- вантаж масою від 50 до 80 кг можна транспортувати на відстань до 20 м, а на відстань понад 20 м переміщувати вантаж потрібно за допомогою механізмів і пристроїв;
- перевезення вантажу масою від 80 до 100 кг кожен дозволяється лише в особливих випадках двома працівниками та на відстань не більше 10 м;
- вантажі масою понад 100 кг кожен треба переміщувати за допомогою машин або перевантажувальних пристроїв.

7. Техніко-економічні показники проекту

В даному дипломному проекті розраховано показники вартості реконструкції міських каналізаційних очисних споруд, а також річні експлуатаційні витрати.

В проекті проведено розрахунки для реконструкції, будівлі механічної очистки з решітками та піскоуловлювачами, блоку ємностей і повітродувної станції, споруд для зневоднення осаду.

7.1. Визначення будівельної вартості споруд системи водовідведення

Розрахунок вартості всіх споруд проведено в табличній формі.

Таблиця 8

Будівельна вартість споруд

№ пп	Найменування будинків, будівель, споруд	Будівельних робіт, тис. грн.	Устаткування, тис. грн.	Загальна вартість, тис. грн.
1	2	3	4	5
2	Будівля решіток (існ.будівля)	-	155,12	155,12
5	Виробничий корпус (існ.будівля)	-	53,93	53,93
6	Блок ємностей 3х-секційний (існ.споруда)	500,40	5785,70	6286,10
7	Повітродувна станція	1102,61	2594,06	3696,67
8	Зливна станція	315,79	29,90	355,69
9	Дренажна насосна станція	194,39	13,86	208,25
10	Насосна станція стабілізованого мулу	145,22	11,59	156,81
11	Насосна станція зовнішньої рециркуляції активного мулу	186,45	32,98	119,43

12	Пісковий майданчик	142,80	-	142,80
13	Колодязь з лічильником очищених стічних вод	128,15	12,34	140,49
14	Резервні мулові майданчики	53,65	-	53,65
17	Цех мехзневоднення осаду (існ.будівля)	-	1836,48	1836,48
Разом :		2769,46	10525,96	13295,42

7.2. Визначення експлуатаційних витрати системи очистки стічних вод

Собівартість послуг або річні експлуатаційні витрати системи водовідведення визначаються за формулою:

$$C_{рев} = C_p + C_{пр} + C_{зн} + C_e + A + I, \text{ тис.грн},$$

де C_p – вартість реагентів; $C_{пр}$ – витрати на поточний ремонт; $C_{зн}$ – витрати на заробітну плату; C_e – вартість електроенергії; A – амортизаційні відрахування; I – інші витрати.

7.2.1 Витрати на реагенти

За цією статтею враховуються витрати на всі види хімічних реагентів і біогенних добавок, необхідних для обробки води.

Витрати на реагенти підраховано в табличній формі, за наступною формулою:

$$C_p^{рік} = Q_{рік} \cdot H,$$

де $C_p^{рік}$ - річна потреба в реагентах, т; $Q_{рік}$ - річна втрата води, м³/рік; H - норма реагенту на 1000 м³ очищеної води, приймається рівною дозі реагенту, кг;

$$B_p^{рік} = C_p^{рік} \cdot C,$$

де $B_p^{рик}$ - вартість реагентів за рік, тис. грн.; С - ціна за 1 т реагенту, грн./т.

Таблиця 9

Розрахунок вартості реагентів

№ п/п	Назва хімічних реагентів	Річна кількість води, що обробляєт ься, тис. м ³	Витрата реагентів		Ціна грн за 1т реагентів	Всього вартість реагентів, тис. грн.
			Норма на 1000 м ³ очищеної води, кг	На річну кількість, т		
1	Гіпохлорит- натрію ДСТУ 4808:2007	328,5	30	9,86	32000	315,52
2	Гідроксихлорид алюмінію “Полвак-40”	328,5	174,9	57,45	13500	755,58
					Всього	1 071,10

7.2.2 Витрати на електроенергію

За цією статтею враховуються витрати на виробничу електроенергію, яка витрачається на перекачування води, на приведення в рух технологічного обладнання. Розрахунок електроспоживання на технологічні потреби очисних споруд наведено у таблиці 7,3.

Таблиця 10

Розрахунок споживання електроенергії

Позиція	Найменування обладнання	Кіл. роб., шт	Потужність од. кВт	Коеф. викор.	Добове спожив. електроен. кВт*добу
Н1	Занурений насос подачі стічних вод на очистку	1	5,1	0,33	40,4

PM01	Решітка мала грабельна механізована в баку N=0,09кВт	1	0,09	0,33	0,7
П1- П3	Повітродувна установка N=16,4кВт	3	16,4	1	1180,8
М1- М4	Мішалка P1=2,0кВт	4	2	1	192
Н301 Н302	Насос внутрішньої рециркуляції активного мулу P1=4,0кВт	2	4	1	192
НР01 НР02	Насос зовнішньої рециркуляції активного мулу P1=1,5кВт	2	1,5	1	72
Н305	Занурений насос дренажної води P1=0,9кВт	1	0,9	0,8	17,3
Н306	Занурений насос зливної станції P1=2,2кВт	1	2,2	0,33	17,4
НД01- НД02	Насос-дозатор реагенту N=24Вт	3	0,024	1	1,7
ШД01	Шнековий дегідратор осадів 2,05 кВт	1	2,05	0,4	19,7
ПС01	Автоматична полімерна станція N=0,54 кВт	1	0,54	0,4	5,2
Всього за добу:					1740

Витрати на електроенергію визначаємо за формулою:

$$C_e = (N_{oc} + N_{nc} + N_{дод.}) * 365 * T_e, \text{ тис.грн,}$$

де, N_{oc} - витрата електроенергії на технологічні потреби очисних споруд за добу, кВт; N_{nc} - витрата електроенергії на насосних станціях подачі стічних вод на очистку за добу, кВт, приймаємо 20% від N_{oc} , 348; $N_{дод.}$ - додаткова витрата електроенергії на освітлення, електрообігрівачі та інш. за добу, кВт,

приймаємо 5% від N_{oc} , 87; $T_e = 0,75$ - тариф на електроенергію для Рівненської області, грн. за 1 кВт·год, з НДС.

$$C_e = (1740+348+87) * 365 * 0,75 = 595,41 \text{ тис. грн.}$$

7.2.3 Заробітна плата робітників

Розрахунок заробітної плати проводиться виходячи з цілодобової роботи агрегатів і споруд та реального фонду робочого часу. В основну заробітну плату робітників входить плата за діючими окладами, доплата за роботу в нічний час, святкові та вихідні дні, а також премії по діючих системах оплати праці.

Витрати на заробітну плату визначаємо за формулою:

$$C_{zn} = N_n \cdot ЗП_1 \cdot K_d \cdot K_{cv} \cdot 12, \text{ тис. грн.}$$

де, $N_n = 10$ - чисельність працівників, чол.; $ЗП_1 = 12,30$ - місячна заробітна плата одного працівника, тис.грн; K_d – коефіцієнт, що враховує витрати на додаткову заробітну плату, 1,15; K_{cv} – коефіцієнт, що враховує витрати на соціальні відрахування, 22%.

$$C_{zn} = 10 * 12,3 * 1,15 * 1,22 * 12 = 2070,83 \text{ тис. грн.}$$

7.2.4 Амортизаційні відрахування

Амортизаційні відрахування від суми капітальних вкладень, тобто від кошторисної вартості основних засобів визначаються відповідно до встановлених норм.

Розрахунок проведено в табличній формі.

Таблиця 11

Розрахунок величини амортизаційних відрахувань

№ п/п	Назва будівель та споруд	Вартість по зведеному кошторису, тис.грн.	Загальна норма амортизації, %	Сума амортизації, тис.грн.
1	2	3	4	5

Будівля решіток	155,12	12	18,6
Виробничий корпус	53,93	12	6,5
Блок ємкостей 3х-секційний	6 286,10	12	754,3
Повітродувна станція	3 696,67	12	443,6
Зливна станція	355,69	12	42,7
Дренажна насосна станція	208,25	12	25
Насосна станція стабілізованого мулу	156,81	12	18,8
Насосна станція зовнішньої рециркуляції активного мулу	119,43	12	14,3
Пісковий майданчик	142,80	12	17,1
Колодязь з лічильником очищених стічних вод	140,49	12	16,9
Резервні мулові майданчики	53,65	12	2,4
Цех мехзневоднення осаду	1 836,48	12	220,4
Разом		-	1685,6

7.2.5 Затрати на поточний ремонт

Затрати на поточний ремонт включають:

- основну і додаткову заробітну плату ремонтних робітників;
- затрати на матеріали, які використовуються на ремонт;
- послуги ремонтних майстерень підприємства.
- затрати на поточний ремонт приймаються в розмірі 1% від вартості споруд, обладнання, мереж:

$$C_{np} = 0,01 \cdot B_g, \text{ тис.грн.}$$

$$C_{np} = 0,01 \cdot 13\,295,42 = 132,95 \text{ тис. грн.}$$

7.2.6 Інші витрати

Інші витрати визначаємо за формулою:

$$I = 0,2 \cdot (C_{sp} + A), \text{ тис.грн.}$$

$$I = 0,2 (1830,00 + 1685,6) = 703,12 \text{ тис. грн.}$$

Собівартість послуг дорівнює:

$$C_{рев} = 1\,071,10 + 132,95 + 2070,83 + 595,41 + 1685,6 + 703,12 = \\ 6\,258,01 \text{ тис. грн.}$$

7.3. Визначення собівартості послуг водовідведення при реконструкції

Зміна собівартості послуг водовідведення, в зв'язку з реконструкцією, визначається за формулою:

$$C_{од} = \frac{C_{p.e.v.}}{Q_p}, \text{ грн./м}^3$$

де $C_{p.e.v.}$ – річні експлуатаційні витрати, тис. грн/рік; Q_p – річна кількість відведених і очищених стоків, тис. м^3 /рік.

$$C_{од} = 6\,258,01 \cdot 1000 / (365 \cdot 900) = 19,05 \text{ грн./м}^3$$

7.4. Визначення техніко-економічних показників проекту

Капітальні вкладення:

$$K = \sum K_i = 13\,295,42 \text{ тис. грн.}$$

Сумарні річні експлуатаційні витрати:

$$C = \sum C_i = 6\,258,01 \text{ тис. грн.}$$

Питомі капітальні затрати:

$$K_{нм} = \frac{\sum K_i}{Q_p}, \text{ грн./м}^3$$

$$K_{\text{пит}} = \frac{13\,295,42}{328,5} = 40,47 \text{ грн./м}^3.$$

Техніко-економічні показники проекту зводимо в таблицю [36].

Таблиця 12

Техніко-економічні показники проекту

№ п/ п	Найменування основних даних ТЕП	Одиниці виміру	Величина показника
1	Продуктивність: - річна - добова	тис.м ³ м ³ /добу	328,5 900
2	Капітальні вкладення на реконструкцію КОС	тис.грн.	13 295,42
3	Річні експлуатаційні затрати	тис.грн.	6 258,01
4	Чисельність обслуговуючого персоналу	чол.	10
5	Річна потреба в:		
	- електроенергії	тис.грн.	595,41
	- реагентах	тис.грн.	1 071,10
6	Питомі капітальні вкладення на 1 м ³ продуктивності	грн.	40,47
7	Зміна собівартості послуг у зв'язку з реконструкцією	грн./м ³	19,05

Список використаних джерел

1. Типовой проект ТП 902-3-2. Блок ємносте для станції біологічної очистки стічних вод пропускною спроможністю 10, 1677, 25 м³/добу. Альбом І. Пояснювальна записка. ЦНИИЭП інженерного обладнання, 1982.
2. Белецький Б.Ф. и др. Конструкции канализационных сооружений. Справочное пособие. Под общей редакцией В.Ф.Белецкого. М.: Стройиздат, 1989.
3. ATV STANDARD. ATV-DVWK-A 131E. Dimensioning of Single-Stage Activated Sludge Plants. May 2000. – 61 p.
4. Ковальчук В.А. Очистка стічних вод: Навчальний посібник для студентів вузів / В.А. Ковальчук. – Рівне: Рівненська друкарня, 2002. – 622 с.
5. ДБН В.2.5-75:2013. Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. – К.: Мінрегіон України, 2013. – 127 с.
6. МВ 03-06-101. Методичні вказівки до проведення практичних занять та виконання самостійної роботи з навчальної дисципліни «Сучасні технології вилучення сполук азоту та фосфору із стічних вод» для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня усіх освітньо-професійних програм спеціальностей НУВГП денної форми навчання [Електронне видання] / Ковальчук В. А. – Рівне : НУВГП, 2019. – 22 с.
7. Канализация населенных мест и промышленных предприятий / [Н.И. Лихачев, И.И. Ларин, С.А. Хаскин и др.] ; под общ. ред. В.Н.Самохина. – [2-е изд., перераб. и доп.] – М.: Стройиздат, 1981. – 639 с. – (Справочник проектировщика).
8. Малогабаритные очистные сооружения канализации / [Гончарук Е.И., Давиденко А.И., Каминский и др.]. – К.: Будівельник, 1974. – 256 с.
9. Основні положення проектування. – К.: Мінрегіон України, 2013. – 127 с.
10. Реконструкция и интенсификация работы канализационных очистных сооружений / [Ю.В. Воронов, В.П. Саломеев, А.Л. Ивчатов и др.] ; под ред. С.В.Яковлева. – М.: Стройиздат, 1990. – 224 с.

11. Реконструкция и интенсификация сооружений водоснабжения и водоотведения : [учебное пособие] / [А.А. Василенко, П.А. Грабовский, Г.М. Ларкина и др.]. – Киев-Одесса, КНУСА, ОГАСА, 2007. – 307 с.
12. Синев О.П. Интенсификация биологической очистки сточных вод / О.П. Синев. – К.: Техніка, 1983. – 110 с.
13. Синев О.П. Расширение и реконструкция очистных сооружений / О.П. Синев, А.И. Мацнев, А.П. Игнатенко. – К.: Будівельник, 1981. – 44 с.
14. Сіньов О.П. Інтенсифікація роботи і реконструкція каналізаційних очисних споруд : [навч. посіб.] / О.П.Сіньов. – К.: ІСДО, 1994. – 136 с.
15. ATV STANDARD. ATV-DVWK-A 131E. Dimensioning of Single-Stage Activated Sludge Plants. May 2000. – 61 p.
16. Karl i Klaus R. Imhof. Kanalizacja miast i oczyszczanie sciekow. Poradnik. Projprzem-EKO. Bydgoszcz, 1996. - 450 с.
17. Державні будівельні норми України. Земляні роботи. Зб.1. ДБН Д 2.2.-1-99. Держбуд України. Київ – 2000 р.
18. Монтаж систем наружного водоснабжения и канализации. Справочник строителя (под редакцией инж. Перешивкина А.К.) М.: Стройиздат, 1988.
19. Белецький Б.Ф. Технология строительных и монтажных работ. М.: Высшая школа, 1986.
20. Білецький А.А. Організація і технологія будівельних робіт. Навчальний посібник. Рівне – 2007 р., 202 с.
21. Станевський В.П. Строительные краны. К.: Будівельник, 1988.
22. Козлов В.Щ., Альшиц В.Д., Акерман А.И. и др. Справочник проектировщика инженерных сооружений, Под. ред. Д.А.Коршунова – 2-е изд. Перераб. и доп. К., Будівельник, 1988.
23. Белецький Б.Ф. и др. Конструкции канализационных сооружений. Справочное пособие. Под общей редакцией В.Ф.Белецкого. М.: Стройиздат, 1989.
24. Державні будівельні норми України. Каналізація – зовнішні мережі. Зб.23. ДБН Д.2.2-23-99. Держбуд України. Київ – 2000.

25. Закон України №2695– XII від 14.10.1992 «Про охорону праці».
26. Москальова В.М. Основи охорони праці. Підручник.– К.: ВД «Професіонал», 2005. – 672 с.
27. НПАОП 41.0-1.01-79. Правила техніки безпеки при експлуатації систем водопостачання та водовідведення населених місць.
28. Кримінальний кодекс України.
29. НПАОП 0.00-2.24-05. Перелік робіт з підвищеною небезпекою.
30. Кухнюк О.М., Кусковець С.Л., Сурговський М.В., Прокопчук Н.М. Практикум з охорони праці. Навч. Посібник. – Рівне: НУВГП, 2011.-266 с.
31. Наказ Держспоживстандарту України № 457 від 11.10.2010 р. «Класифікатор надзвичайних ситуацій ДК 019:2010».
32. Державний класифікатор надзвичайних ситуацій ДК19-2001.
33. Наказ Міністерства України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи від 22 квітня 2003 року N 119 Про затвердження Класифікаційних ознак надзвичайних ситуацій.
34. Постанова Кабінету Міністрів України від 24 березня 2004 року N 368 Про затвердження Порядку класифікації надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру за їх рівнями.
35. Нормативы численности рабочих, обслуживающих очистные сооружения и объекты водоснабжения промышленных предприятий. – М.: Экономика, 1988. – 46 с.
36. МВ 03-02-394. Методичні вказівки до виконання практичних занять та самостійної роботи з навчальної дисципліни «Економіка галузі» для здобувачів вищої освіти другого (магістерського рівня) за освітньо-професійною програмою «Водопостачання та водовідведення» спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» денної та заочної форм навчання. Кравченко Н.В. Рівне, НУВГП, 2019. - 46 с.