

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет водогосподарської інженерії та екології
Кафедра водогосподарської інженерії
Спеціальність 192 «Будівництво та цивільна інженерія»
Освітня програма «Гідромеліорація»
Освітній ступінь «Магістр»

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач кафедри водогосподарської інженерії
доцент _____ А.В. Ткачук
„_____” _____ 2023 р.

Пояснювальна записка

до дипломної роботи

на тему: «Проект відновлення зрошувальної мережі в
сільськогосподарському товаристві з обмеженою відповідальністю
«Вікторія» Дніпровського району Дніпропетровської області»

Виконав: студент 2 курсу
групи МГГМ-1-22

Новаковський А.В. _____

(прізвище та ініціали)

Керівник: доц. Рудаков Л.М. _____

(прізвище та ініціали)

Рецензент: _____

(прізвище та ініціали)

Дніпро – 2023

Дніпровський державний аграрно-економічний університет
Факультет водогосподарської інженерії та екології
Кафедра водогосподарської інженерії
Освітньо-кваліфікаційний рівень «магістр»
Спеціальність – 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ :
Зав. кафедрою сільськогосподарських
гідротехнічних меліорацій
_____ (А.В. Ткачук)
« _____ » _____ 2023 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломну роботу здобувачу вищої освіти
Новаковському Артему Володимировичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема роботи: **«Проект відновлення зрошувальної мережі в сільськогосподарському товаристві з обмеженою відповідальністю «Вікторія» Дніпровського району Дніпропетровської області»**
керівник роботи Рудаков Леонід Миколайович, к.с.-г.н.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджена наказом по університету від «10» жовтня 2023 р. № 3058

1. Термін здачі студентом закінченої роботи : «15» грудня 2023 р.
2. Вихідні дані до роботи 1.Топографічний план (М 1:50000). 2. План-карта Google. 3. Геологічні умови району проектування. 4. Метеорологічні і кліматичні умови за метеостанцією Дніпро. 5. Грунтова характеристика чорноземів звичайних важкосуглинкових. 6. Характеристика Дніпровського водосховища. 7. Характеристика Солоняно-Томаківської зрошувальної системи. 8. Характеристика діяльності СТОВ «Вікторія»
3. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що потрібно розробити)
 - 1 Природні умови району зрошення. 2 Характеристика сільськогосподарського виробництва. 3 Режим зрошення і техніка поливу сільськогосподарських культур. 4 Проектування і розрахунок зрошувальної мережі. 5. Проектування дренажу на масиві зрошення. 6. Організація і технологія відновлення масиву зрошення. 7. Оцінка впливу зрошуваного масиву на навколишнє середовище. 8. Охорона праці і безпека при надзвичайних ситуаціях. 9. Розрахунок економічної ефективності проекту масиву зрошення.
3. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Презентація дипломної роботи

Консультанти розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

4. Дата видачі завдання: «10» жовтня 2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ пп	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Природні умови району зрошення	05.09.2023	
2.	Характеристика сільськогосподарського виробництва	19.09.2023	
3.	Режим зрошення і техніка поливу сільськогосподарських культур	01.10.2023	
4.	Проектування і розрахунок зрошувальної мережі	15.10.2023	
5.	Проектування дренажу на зрошуваному масиві	29.10.2023	
6.	Організація і технологія будівництва ділянки краплинного зрошення	12.11.2023	
7.	Оцінка впливу зрошувального масиву на навколишнє середовище	20.11.2023	
8.	Охорона праці і безпеки при надзвичайних ситуаціях	27.11.2023	
9.	Розрахунок економічної ефективності проєкту масиву зрошення	02.12.2023	
	Вступ. Висновки. Техніко-економічні показники проєкту. Презентація	09.12.2023	
	Передзахист ДР на кафедрі	11.12.2023	
	Представлення ДР на рецензію	15.12.2023	

Студент-дипломник _____
(підпис)

Керівник роботи _____ (Рудаков Л.М.)
(підпис) (прізвище)

РЕФЕРАТ

Випускова робота: 128 с., 14 табл., 4 рис. 3 дод., 30 літературних джерел.

Поливна норма, зрошувальна норма, режим зрошення, техніка поливу, дощувальна машина Otech, зрошувальна мережа.

Об'єкт досліджень – процес зрошення сільськогосподарських культур у сільськогосподарському товаристві з обмеженою відповідальністю «Вікторія» Дніпровського району Дніпропетровської області.

Предметом досліджень даної роботи є ділянка зрошення, зрошувальна та дренажно-колекторна мережа на ній, а також технологія зрошення сільськогосподарських культур широкозахватними дощувальними машинами.

Мета роботи – розробка проєкту відновлення зрошуваної ділянки, яка з часом була втрачена через вихід із ладу дощувальної техніки і неможливість в подальшому її ремонту і догляду.

Методи дослідження – обґрунтування необхідності зрошення сільськогосподарських культур у товаристві з обмеженою відповідальністю і створення проєкту відновлення роботи частини старої зрошувальної мережі і будівництва нової мережі для роботи новітніх широкозахватних машин Otech закордонного виробництва.

Обчислено режим зрошення проєктної сівозміни під середньосухий рік 75 %-ї забезпеченості та визначено під нього параметри зрошувальної і дренажної мережі. Підібрана необхідна кількість гідротехнічних споруд для забезпечення нормальної роботи цієї мережі. Обчислені об'єми будівельно-монтажних робіт і на їх основі визначена кошторисна вартість проєкту.

Здійснена оцінка впливу запроєктованої ділянки на навколишнє середовище і запропоновані заходи зі зменшення її впливу. Розроблені заходи з безпечного виконання будівельно-монтажних робіт і безпеки в надзвичайних ситуаціях.

На основі отриманих результатів виконаних розрахунків і прийнятих рішень розрахована економічна ефективність проєкту.

Упровадження розробленого проєкту призведе до збільшення виробництва продукції рослинництва у господарстві і його ефективності.

ЗМІСТ	стор.
Техніко-економічні показники проєкту.....	4
ВСТУП.....	8
1. ПРИРОДНІ УМОВИ РАЙОНУ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	11
1.1 Географічне положення і рельєф.....	11
1.2 Інженерно-геологічні та гідрогеологічні умови.....	12
1.3 Кліматичні умови.....	14
1.4 Ґрунти і їх характеристика.....	18
1.5 Джерело зрошення і його характеристика.....	19
2. ОБҐРУНТУВАННЯ МЕЛІОРАТИВНИХ ЗАХОДІВ.....	21
2.1 Обґрунтування доцільності використання зрошення.....	21
2.2 Сівозміна, що проєктується, на масиві зрошення.....	22
3. РЕЖИМ ЗРОШЕННЯ І ТЕХНІКА ПОЛИВУ	
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР	25
3.1 Обґрунтування способу зрошення і техніки поливу.....	25
3.2 Вибір розрахункового року	26
3.3 Визначення норм і строків поливу.....	28
3.4 Графік поливу сівозміни.....	29
4. ГІДРАВЛІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ЗРОШУВАЛЬНОЇ МЕРЕЖІ	33
4.1 Проєктування конструкції зрошувальної мережі	33
4.2 Гідравлічний розрахунок.....	34
4.3 Проєктування поздовжніх профілів зрошувальних трубопроводів	37
4.4 Гідротехнічні споруди на зрошувальній мережі	40
5. ПРОЄКТУВАННЯ ДРЕНАЖНОЇ МЕРЕЖІ НА ЗРОШУВАНОМУ	
МАСИВІ.....	43
5.1 Прогноз рівня підґрунтових вод.....	43
5.2 Розрахунок параметрів дренажу.....	46
5.3 Гідравлічний розрахунок дренажної мережі.....	49

5.4. Конструкція дренажної мережі.....	50
6 ОРГАНІЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА РОБІТ З ВІДНОВЛЕННЯ МАСИВУ ЗРОШЕННЯ.....	52
6.1 Розрахунок обсягів земляних і монтажних робіт.....	52
6.2 Вибір комплекту будівельних машин	55
6.3 Розрахунок складу комплексної бригади будівельників	59
6.4 Технологія виробництва робіт при реконструкції зрошувальної мереж.....	64
6.5 Календарне планування відновлення	66
6.6 Кошторисна вартість відновлення.....	69
7. ОЦІНКА ВПЛИВУ ЗРОШУВАНОВОГО МАСИВУ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ.....	71
7.1 Оцінка впливу зрошення на ґрунтовий покрив масиву.....	72
7.2 Оцінка впливу на поверхневі води.....	73
7.3 Вплив на ґрунтові води.....	78
8. ОХОРОНА ПРАЦІ І БЕЗПЕКА ПРИ ВИРОБНИЦТВІ БУДІВЕЛЬНИХ РОБІТ.....	79
8.1 Навчання у виді інструктажів з охорони праці.....	79
8.2 Безпека праці при проведенні земляних і вантажопідйомних робіт	81
8.3 Розрахунок стійкості крана	87
9. ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВІДНОВЛЕННЯ ЗРОШЕННЯ	91
9.1 Вибір найбільш економічного комплекту будівельних машин.....	91
9.2 Визначення потрібних коштів і капіталовкладень у відновлення зрошення.....	92
9.3 Визначення техніко-економічних показників.....	93
ВИСНОВОК.....	95
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	98
ДОДАТКИ	102

ВСТУП

Зрошення сільськогосподарських культур дозволяє отримувати гарантовано достатню кількість рослинницької продукції і є одним з найбільш раціональних способів використання наявних земельних і водних ресурсів.

Україна належить до держав, для якої зрошувані землі відігравали і продовжуватимуть відігравати важливу роль у забезпеченні країни продовольством. Це пов'язано з тим, що стале ведення сільського господарства в цих районах можливе лише в умовах зрошення, оскільки важливі ділянки розташовані в зонах недостатнього та нестабільного зволоження. Відмінною особливістю зрошення в Україні є можливість використання поливу дощуванням, як одного з найбільш прогресивних методів. Саме з цієї причини більшість побудованих зрошувальних систем мають внутрішні зрошувальні мережі з дощувальними машинами [24].

Найбільший пік розвитку іригаційних систем припав на 70-80-ті роки 20-го століття. За цей період був побудований зрошуваний масив Солоняно-Томаківської зрошувальної системи. Максимальна площа зрошуваних земель в системі становила 8 тис. га.

Основним методом зрошення в той час був полив за допомогою широкозахватної дощувальної машини українського виробництва ДМУ "Фрегат", ДФ-120 "Дніпро" і ДДА 100 МА. На сьогоднішній день всі вони відпрацювали свій ресурс та вже вийшли з ладу і потребують заміни. Заходи по зрошенню продовжують розвивати як на міжгосподарському, так і внутрішньогосподарському рівнях.

З часом змінився і підхід до проектування дощового обладнання. Зменшився тиск на вході в спринклерну систему (замість 0,60 МПа застосовується 0,30 МПа), електродроти, високий ступінь автоматизації. Цим

вимогам відповідає дощувальна машина Ote Groupe Irrimes (Франція), яка представлена на українському ринку компанією Agrotek (Дніпро).

Метою даної роботи є розробка проєкту з відновлення зрошуваних полів площею 392,4 га у СТОВ "Вікторія" Дніпровського району Дніпропетровської області.

СТОВ "Вікторія" розташоване недалеко від Дніпровського водосховища тому воду для зрошення забирають саме з нього. Полив здійснювався із закритої зрошувальної мережі за допомогою широкого спектру дощувальних машин ДМУ "Фрегат", ДФ-120 "Дніпро" і ДДА 100МА. На жаль, всі дощувальні машини відпрацювали свій ресурс і вийшли зладу, але більшість труб і каналів іригаційних мереж все ще знаходяться у відносно задовільному стані. Таким чином є можливість відновлення зрошення на землях СТОВ "Вікторія" шляхом влаштування нових надійних дощувальних установок Otech від Groupe Irrimes (Франція).

При досягненні поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання:

1. Проаналізувати природні та економічні умови проєктної території та обґрунтувати необхідність відновлення пошкодженої мережі.

2. Підібрати сівозміну, яка дозволить повною мірою використовувати майбутній потенціал цього зрошувального масиву.

3. Вибрати методи зрошення (комплекс заходів і технологій для розподілу води по ділянках зрошення і перетворення водних потоків в ґрунтову і атмосферну вологу) і дощувальні пристрої (технічні засоби для зрошення).

4. Виходячи з кліматичних умов, розрахувати режим зрошення (сукупність норм і термінів поливу сільськогосподарських культур).

5. Виконати гідравлічні розрахунки існуючих зрошувальних мереж для нових технологій зрошення і перевірити доцільність їх застосування.

6. Спрогнозувати гідрогеологічний стан зрошуваного масиву, розрахувати дренажну мережу, необхідну для підтримки оптимального рівня ґрунтових вод, щодо запобігання вторинного засолення та надмірного зволоження ґрунту.

7. Відновлюючи зрошувальні та дренажні мережі, обчислити обсяг, орієнтовну вартість проєкту та визначити його економічну ефективність.

Також необхідно запропонувати заходи з безпечного виконання будівельних робіт і заходи з охорони навколишнього середовища.

Метою дослідження є процес зрошення сільськогосподарських культур у СТОВ "Вікторія" Дніпровського району Дніпровської області.

Об'єктом дослідження в рамках проєкту є процес зрошення масиву, влаштування мережі іригаційних і дренажних колекторів на них, а також методи зрошення сільськогосподарських культур з використанням широкого спектру дощувальних машин.

При реалізації проєкту використовувалися діючі будівельні норми і правила та нормативні акти.

1. ПРИРОДНІ УМОВИ РАЙОНУ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1. Географічне положення і рельєф

Територія зрошуваного масиву, що підлягає відновленню розташована в межах землекористування сільськогосподарського товариства з обмеженою відповідальністю (СТОВ) „Вікторія”, що знаходиться в південно-східній частині Дніпровського району, Дніпропетровської області. Зрошуваний масив знаходиться північніше с.Малозахарине, між селами Широке і Шестипілля, з південно-східної сторони масиву протікає річка Сухаа Сура.

Згідно фізико-географічного районування масив відновлення зрошення розташований в Причорноморській середньостеповій фізико-географічній провінції, в її північній частині. В геоструктурному відношенні - на південних схилах Українського щита [1, 5].

Рельєф району, на якому заплановано зрошення являє собою пологу широкохвилясту степову рівнину з балковою мережею. Ділянка зрошення розташована на вододільному плато. Абсолютні відмітки місцевості змінюються від 95 до 135 м. Похили поверхні землі від 0,01 до 0,03. Максимальні похили на масиві зрошення помічені в північно-західній частині на середині схилу і становлять 0,045.

Отже, рельєф рівнинний, спокійний, без видимих ознак водної та вітрової ерозії. Лише в південно-східній та східній частині, де масив прилягає до балочної мережі можна спостерігати поодинокі випадки прояву ерозії. Базиси ерозії тут обмежені протиерозійними дамбами. Балки добре залісені.

1.2. Інженерно-геологічні та гідрогеологічні умови

Ділянка відновлення зрошення у геоструктурному відношенні відноситься до середньої частини Українського щита і розташована на його південно-східному схилі [2].

В геолого-кристалічній структурі місцевості беруть участь геологічні породи докембрію й осадкові утворення палеогенової, неогенової і четвертинної систем [5, 25].

Відкладення четвертинної системи утворюють суцільний покрив, що залягає на більш древніх породах і відсутні частково або цілком у долинах балок. Відкладення представлені шаром еолово-делювіальних лесовидних суглинків дофіновського, бугського, не розчленованого кайдацько-прилуцького, дніпровського і завадівського горизонтів [4].

Відкладення завадівського горизонту представлені важкими суглинками жовто-бурими і червоно-бурими товщиною 0,5-2,0 м.

Дніпровський шар має повсюдне поширення. Представлений порівняно витриманими по потужності і протяжності суглинками легкою ясно-жовтою коричневою, щільною потужністю від 1,5 до 5,0 м. Вище по розрізу, залягає нерозчленований кайдацько-прилуцький прошарок, що має повсюдне поширення, витриманий по потужності. Представлений суглинками важкої і середньої жовтувато-буруватої грудкуватої структури потужністю 3,5-5,0 м.

У зв'язку з тим, що морфологічні ознаки кайдацьких і прилуцьких суглинків дуже близькі між собою, межу провести між ними важко, вони описуються як нерозчленовані кайдацько-прилуцькі утворення.

Бугський горизонт має повсюдне поширення. Представлений суглинками палево-жовтими, ясно-жовтими сильно гумусованими легкою, карбонатною, макропористими потужністю 3-8 м.

Дофіновський горизонт широко розповсюджений у межах вододільного плато, представлений суглинками середніми гумусованими, потужність

яких складає 0,5-3,5 м. Потужність товщі лесовидних суглинків до долин водойм і балок значно зменшується, спостерігається виклинування червоно-бурих глин і прошарків еолово-делювіальних суглинків. Потужність товщі еолово - делювіальних суглинків складає 14-25 м.

Формування гідромеліоративної обстановки на ділянці досліджень відбувається в тісному взаємозв'язку зі зміною гідродинамічного режиму першого від поверхні водоносного горизонту, приуроченого до еолово-делювіальних відкладень четвертинного віку. Перший від денної поверхні водоносний горизонт, який міститься в нижніх горизонтах еолово-делювіальних суглинків, має повсюдне поширення. Районним водоупором виступають червоно-бурі глини. На ділянці зрошення переважне значення мають площі з глибиною залягання ґрунтових вод 10-20 м, просторово приурочені до вододілу і його схилів. Крім того, виділяються площі з глибиною залягання ґрунтових вод до 10 м (8-9,5м), які тяжіють до знижених місць рельєфу -улоговин.

По хімічному типу переважають води магнієво-гідрокарбонатно-сульфатні з мінералізацією 5-10 г/л. Ґрунтові води мають сульфатну агресивність стосовно бетону на нессульфатостійкому цементі.

По просадкових властивостях ґрунти відносяться до II типу ґрунтових умов. Сумарна величина просадочності товщі лесовидних суглинків змінюється в межах 5,1-11,6 см.

У природних умовах ґрунти на масиві досліджень незасолені до глибини 10м. Щільний залишок водної витяжки коливається від 0.085 до 0,204%. Підвищення вмісту солей збільшується з глибиною. Тип засолення ґрунтів в основному сульфатний і хлоридно-сульфатний.

Для спостереження за формуванням рівня ґрунтових вод під впливом зрошення передбачається закладення режимної мережі з 3-х спостережних свердловин.

1.3. Кліматичні умови

Помірно-континентальний клімат південного Придніпров'я зумовлений його розташуванням у помірному поясі з активною циркуляцією атмосфери. Переважним напрямком атмосферних рухів є західний та південно-західний [1].

Помірно вологі роки змінюються посушливими, а іноді посушливі роки можуть тривати кілька років. Поєднання низької літньої вологості та високих температур часто призводить до несприятливих умов для росту сільськогосподарських культур.

Радіаційний баланс в регіоні позитивний, в середньому 380-390 МДж/м² влітку (червень і липень) і 5-10 МДж/м² взимку (грудень і січень) [5]. Однак за наявності снігового покриву взимку радіаційний баланс може бути від'ємним. На відміну від теплої половини року, де радіаційні процеси є домінуючими у формуванні клімату досліджуваної території, для холодної половини року характерна домінуюча роль циркуляційних процесів. Тому зими в регіоні зазвичай характеризуються нестійким сніговим покривом і частим таненням.

Річні коливання температури поділяють рік на кліматичні сезони. Межі сезонів визначаються кількістю днів, коли середньодобова температура перевищує певний поріг (табл. 1.1).

Середня кількість днів з температурою вище +0°C становить 263, а середня кількість днів з температурою вище +15°C - 137. Середня тривалість безморозного періоду становить 182 дні, а максимальна - 224 дні, мінімальна - 157 днів.

Сумарна ефективна температура вище +10°C в середньому становить 318°, а вище +5°C - 237°; сумарна ефективна температура вище +10°C - 3161°; сумарна ефективна температура вище +15°C - 237°.

Взимку, як зазначалося вище, особливого значення набувають циркуляційні процеси і пов'язана з ними адвекція повітряних мас. Як наслідок, зимова погода змінюється від безхмарної і морозної до похмурої, вітряної і з опадами. Січень - найхолодніший місяць року. Середньомісячні температури наведені в таблиці 1.2.

З вторгненням арктичних холодних повітряних мас зрошувані території піддаються сильним холодам. Часто повторюються тривалі періоди морозів [1]. Найнижча зафіксована температура -38°C . У зимові місяці відбувається часте танення снігу.

Таблиця 1.1 - Дати переходу середніх добових температур повітря різної забезпеченості через 0° , $+5^{\circ}$, $+15^{\circ}\text{C}$ (за даними МС Дніпро) [5]

Температура, $^{\circ}\text{C}$	Забезпеченість, %				
	10	25	50	75	90
0°C весною	27.02	6.03	13.03	19.03	24.03
0°C осінню	10.11	17.11	27.11	5.12	11.12
$+5^{\circ}\text{C}$ веною	22.03	28.03	2.04	9.04	12.04
$+5^{\circ}\text{C}$ осінню	21.10	28.10	2.11	8.11	14.11
$+15^{\circ}\text{C}$ весною	23.04	29.05	9.05	16.05	22.05
$+15^{\circ}\text{C}$ осінню	7.09	14.09	19.09	24.09	1.10

Середня максимальна глибина промерзання ґрунту становить 66 см, мінімальна - 29 см, максимальна - 124 см.

З настанням весни атмосферна циркуляція слабшає, а вплив змін повітряних мас і рельєфу зростає. Підвищення температури ранньою весною відбувається значно повільніше. Найповільніші заморозки настають у травні. Заморозки на поверхні ґрунту спостерігаються наприкінці весни і починаються раніше, ніж заморозки в повітрі восени.

У червні сонячна радіація збільшується, клімат стає спекотним і малохмарним. Літо має найбільш рівномірний температурний фон порівняно з

іншими сезонами. Середньодобова температура липня, найтеплішого місяця, становить 21-23°C. Максимальна температура сягає 40°C.

Перехід до зниження середньодобової температури на 15°C восени, що зазвичай вважається кінцем літа і початком осені, спостерігається у другій декаді вересня на досліджуваній території. У деякі роки найраніший перехід до осені припадає на кінець серпня, а найпізніший - на початок жовтня. Осінь приносить з собою більший вплив атмосферної циркуляції, що призводить до більших коливань середніх температур і, як наслідок, в окремі роки до більшого розмаху коливань температури. Восени тепло повертається і температура підвищується до 25-30 °C. Навіть у листопаді середньодобові температури іноді перевищували 20 °C.

Кількість і характер опадів протягом року залежить головним чином від активності систем низького тиску. Влітку поширені внутрішні опади, пов'язані з розвитком конвекції.

В середині року опади розподіляються нерівномірно: 60-67% від загальної річної кількості опадів випадає в теплу пору року і 33-40% - в холодну. В окремі роки літні опади становлять 75-80% річної кількості опадів. Опади теплої пори року зазвичай випадають у вигляді сильних злив значної інтенсивності та короткої тривалості, тоді як опади холодної пори року випадають у вигляді сильних дощів та снігопадів.

Сніговий покрив є фактором, що впливає на зимовий клімат, головним чином завдяки високій відбивній здатності снігової поверхні. На півдні стійкий сніговий покрив зазвичай лежить у грудні. Через чергування періодів замерзання і танення сніговий покрив не підтримується і, як правило, в снігу не зберігається значна кількість вологи.

Найбільша кількість опадів випадає в червні (65 мм), а найменша - в березні (31 мм) (див. Таблицю 1.2). Максимальна добова кількість опадів перевищує 100 мм. Такі рясні опади завдають шкоди національній економіці та спричиняють інтенсивну ерозію ґрунтів.

При цьому теплі періоди часто змінюються посушливими періодами тривалістю в середньому 20-25 днів, але трапляються і більш тривалі посушливі періоди (до 50 днів і більше), які зазвичай призводять до посух і суховіїв.

Таблиця 1.2 – Середня багаторічна кількість річних і місячних температури та дефіциту вологості повітря, атмосферних опадів за даними МС Дніпро [5]

Показник	Місяць												Рік
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	
Температура повітря, °С	-5,1	-4,2	1,0	8,8	16,0	19,7	22,4	21,4	16,2	9,4	2,0	-2,8	8,7
Дефіцит вологості повітря, мб	0,5	0,6	1,3	4,8	8,3	10,5	13,1	12,5	8,3	3,2	1,1	0,6	5,4
Атмосферні опади, мм	35	33	31	39	53	65	51	52	32	44	41	43	519

Вологість повітря зазвичай характеризується пружністю водяної пари, відносною вологістю та дефіцитом вологості. У таблиці 1.2 наведено середньомісячний дефіцит вологості за даними метеорологічної станції Дніпро. Відносна вологість повітря взимку коливається в межах 80-90%, дефіцит насичення становить 0,4-0,7 мб, з мінімумом у січні. Починаючи з березня, дефіцит вологості збільшується на 3-4 мб щомісяця, досягаючи максимуму в липні - 13 мб.

Під час тривалих посушливих періодів або при вторгненні теплих сухих повітряних мас зі східного континенту дефіцит вологості може досягати 40 мб, а відносна вологість повітря може опускатися нижче 30 %. За таких умов, звичайно, нерідко в повітрі утворюються так звані посухи, а суховії є суховіями, що висушують посіви сільськогосподарських культур. Переважають вітри зі сходу та північного сходу (середньорічна швидкість вітру становить 5,0 м/с, максимальна - 28 м/с). Все це негативно впливає на умови вирощування сільськогосподарських культур.

Вищезазначене свідчить про те, що кліматичні умови є недостатніми для атмосферного зволоження.

1.4. Ґрунти і їх характеристика

За ґрунтово-географічною класифікацією територія будівництва відноситься до Азово-Чорноморської ґрунтової провінції [2]. Основу ґрунтового покриву складають чорноземи звичайні малогумусні важкосуглинкові, розташовані в улоговині та на її пологих схилах. Потужність гумусового шару ґрунту становить 32 см, а гумусової частини профілю - 68 см. Кипіння 10% HCl спостерігалось на глибині 52 см. Карбонатний алювій вилуговування залягає на глибинах 65-140 см і простежується на профілі у вигляді скупчення білих вічок. Вміст гумусу в орному шарі (0-25 см) становить 3,1-3,2%. Ґрунти характеризуються низьким вмістом рухомого фосфору та середнім вмістом обмінного калію - 4-7 мг та 20-21 мг на 100 г ґрунту відповідно. Ємність поглинання коливається від 28 до 32 мг-екв на 100 г ґрунту. У складі обмінних основ переважають Ca^{2+} і Mg^{2+} , вміст яких становить 19-20 мг-екв і 4-5 мг-екв на 100 г ґрунту відповідно. Ввібраний натрій невеликий - 0,2-0,3 мг-екв на 100 г ґрунту; профіль шару 0-200 см має низький рівень засолення (сульфатно-бікарбонатний тип сольового складу із залишковими концентраціями 0,065-0,075%). Орний шар (0-25 см) дещо ущільнений (щільність 1,23-1,28 г/см³). Коефіцієнт фільтрації становить 0,76 м/добу.

У процесі землекористування спостерігається ряд небажаних змін, таких як ущільнення орного шару, зниження водопроникності, зневоднення, порушення балансу вуглекислого газу та кальцію, а також міграція деяких поживних речовин вниз по рельєфу місцевості.

Нижні градієнтні схили і балки вододілу зайняті чорноземами звичайними малозмитими важкосуглинковими, а дно балок - чорноземами глибоко киплячими важкосуглинковими нормального змиву. Еродовані типи ґрунтів розрізняються за змінами профілю чорноземів. У слабозмитому профілі гумусовий шар має потужність 29 см, гумусована зона - 60 см, а на глибині 47 см виявлено 10% кипіння НСІ.

На глибині 62-130 см залягає білий скупчений карбонатний алювій. У змитому ґрунті власне гумусовий шар має товщину 54 см, а гуміфікована частина профілю - 97 см, 10%-ва соляна кислота кипить на глибині 81 см, а на глибині 100-200 см може бути виявлена біла карликова хвороба. У деяких очищених ґрунтах спостерігався вміст йоду (у концентраціях 0,085-0,094% і сульфатно-натрієвий склад солей), але вміст поглиненого натрію залишався низьким - 0,5 мг-екв на 100 г ґрунту.

Територія має добрий природний дренаж, головним чином завдяки глибоко врізаному руслу річки Дніпро, що виключає участь ґрунтових вод у процесі ґрунтоутворення.

Комплексне застосування інженерно-технічних, меліоративних, гідрологічних, агрохімічних та агротехнічних заходів забезпечує підтримання родючості зрошуваних ґрунтів на високому рівні, що сприяє отриманню високих врожаїв сільськогосподарських культур.

1.5. Джерело зрошення і його характеристика

Джерелом зрошення для масиву є ставок на річці Суха Сура, що розташований в нижній частині водозбору та відноситься до басейну Дніпровського водосховища [10, 15, 18]. З нього вода підводиться до аванкамери існуючої насосної станції підкачки (НС), яка по напірному магістральному трубопроводу подає воду в регулюючий басейн насосної станції підкачки. Далі вода насосами НСП подається на поля масиву зрошення.

Якість води в створі водозабору для зрошення задовільна . Характеристика джерела зрошення приведена в табл. 1.3.

Таблиця 1.3 – Характеристика джерела зрошення

рН	Одиниці виміру	Мінералізація	Вміст							Показники по Буданову		
			K ⁺ +Na ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁻	CO ₃ ⁻	$\frac{Na}{Ca+Mg} \leq 0,7$	$\frac{Na}{Ca} \leq 1,0$	$\frac{\sum Mg}{Ca+Mg} \leq 4$
8,0	мг/л	922	129	96,1	58,3	159	170	375	нема	0,58	1,16	3,2
	мг-екв/л	30,7	5,6	4,8	4,8	2,6	4,8	7,8	-//-			
	%-екв	-	36,8	31,6	31,6	17,1	31,6	51,3	-//-			

Виходячи з проведених розрахунків вода в нашому випадку сульфатно натрієво-кальцієво-магнієва придатна для зрошення.

Середня за місяць температура повітря, °С	9,6	16,0	19,7	21,3	20,8	15,6	8,8
Середня за місяць відносна вологість повітря, %	68	89	60	57	58	62	74
Середня за місяць випаровуваність, мм	69,0	33,3	143,9	165,9	158,6	112,7	53,5
Випаровуваність наростаючим підсумком, мм	69,0	102,2	246,1	412,0	570,6	683,4	736,8
Атмосферні опади, мм	41	50	61	57	39	33	31
Атмосферні опади наростаючим підсумком, мм	41	91	152	209	248	281	312
Індекс посушливості	1,68	1,12	1,62	1,97	2,30	2,43	2,36

Аналіз отриманих даних вказує, що коефіцієнт посушливості більше одиниці, а саме $K_c = 2,36$ тому на полях СТОВ "Вікторія" Дніпровського району доцільно проведення зрошення.

2.2. Сівозміна, що проектується, на масиві зрошення

Важливою умовою високоефективного використання зрошуваних земель є впровадження науково обґрунтованих систем землеробства. Особливу увагу слід приділяти забезпеченню високої віддачі від зрошуваних земель за рахунок поліпшення стану земель, кращої експлуатації водогосподарських систем, поширення ефективної зрошувальної техніки, раціонального складу посівних площ та заходів з охорони праці.

Структура посівних площ залежить від спеціалізації господарства, гідравлічного модуля зрошувальної системи, наявності зрошуваних земель та інших умов. Важливим попереднім заходом для підвищення ефективності використання зрошуваних земель є вдосконалення структури посівних площ шляхом відбору найбільш продуктивних і високорентабельних культур. Землі, на яких планується відновити зрошення, будуть використовуватися для сівозміни в шести полях:

1. посів ячменю та люцерни.

2. другий рік люцерни.
3. люцерна на третій рік.
4. озима пшениця + стерневий посів кукурудзи на зелений корм.
5. кукурудза на зерно.
6. цукрові буряки.

У системах сівозмін на зрошуваних землях зі зрошенням люцерна відіграє важливу роль у запобіганні погіршенню гідроморфізму ґрунту та запобіганні вторинному засоленню і перезволоженню. Оптимальне насичення зерновими і злаковими культурами в люцернових сівозмінах становить 20-30%, а в овочевих і кормових сівозмінах - 25-30%. Люцерну висівають у нормі 18-20 кг/га. У Дніпропетровській області районовані сорти Веселоподолянська 11 та Синська. Для покращення росту люцерни після збирання врожаю землю розпушують, вносять мінеральні добрива та проводять полив відповідно до режиму зрошення. У період масового цвітіння посіви не поливають.

Люцерна добре реагує на внесення вологи, а зрошення часто підвищує врожайність у десять і більше разів. Водночас вона вважається посухостійкою, оскільки може витримувати короткі періоди посухи з незначними пошкодженнями.

Потенціал виробництва 50-60 га озимої пшениці при зрошенні був доведений на практиці в передових господарствах. Найважливішими умовами для досягнення високої врожайності є раннє збирання попередньої культури, зрошення перед посівом, внесення необхідної кількості добрив відповідно до розрахунків, оранка на глибину 25-27 см та посів відрегульованого насіння в оптимальний час. Норма висіву для пшениці становить 4,5-5,5 млн схожих зерен на гектар. Навесні та влітку проводять два-три поливи у поєднанні з мінеральним підживленням.

Озима пшениця максимально використовує зрошувані поля восени, взимку та ранньою весною, щоб дозволити рослинам споживати природну ґрунтову

вологу, опади та тепло. Ця пшениця, яка дозріває в першій половині літа, підходить як проміжний попередник для зеленого корму, силосу і навіть крупи.

Підготовка ґрунту для посіву кукурудзи вимагає глибокого обробітку, оранки перед посівом і внесення добрив. Кукурудзу висівають точковим способом, з міжряддями 70 см. За оптимальних умов живлення та вологості ґрунту густота рослин для ранньостиглих сортів становить 60 000/га, для пізньостиглих - 50-55 000/га. Рекомендовані сорти: на зерно - Піонер 3978, Дніпровський 505МВ, Краснодарський 303ТВ; на силос - Дніпровський 758ТВ. вегетаційні поливи проводять нормою, рекомендованою режимом зрошення.

Кукурудза є не тільки зерною, а й високоврожайною кормовою культурою. Її вирощують на силос і зелене добриво, як в чистому вигляді, так і в сумішах з іншими культурами, такими як сорго, соняшник, суданська трава і соя. У зрошуваних сівозмінах кукурудзу часто використовують як багаторічну покривну культуру. Повторні посіви є важливим резервом збільшення врожайності кормів. Змішані посіви зернових і зернобобових культур висівають після збирання озимих, для чого ґрунт перед посівом розпушують на глибину 15-20 см, вносять добрива і поливають. Норма висіву становить 100-110 кг/га для вівса та 100-120 кг/га для гороху. Полив вегетації проводиться відповідно до рекомендованого режиму зрошення.

Кукурудзу на сидерат висівають раніше, ніж на зерно або силос. Спосіб посіву - звичайний рядковий, звичайною зерною сівалкою з густотою 200 000-600 000 рослин на гектар. Частота вегетаційних поливів кукурудзи на сидерат менша, ніж на силос, і коливається від двох до п'яти разів залежно від регіону.

Ячмінь потребує зяблевого обробітку ґрунту на 18-20 см. Посів проводиться звичайним рядковим способом. Норма висіву становить 180-200 кг/га. Суперфосфат необхідний у кількості 50 кг/га при посіві. Збирання врожаю аналогічне пшениці. Рекомендовані сорти: Одеський 15, Донецький 8 та Зеленоградський 73.

3. РЕЖИМ ЗРОШЕННЯ І ТЕХНІКА ПОЛИВУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР

Проектування зрошувальної мережі потребує визначення режиму зрошення сільськогосподарської культури. Режим зрошення - це сукупність норм, строків і кількості поливів у конкретних кліматичних і агротехнічних умовах. Завданням режиму зрошення є створення і підтримання оптимального водного режиму активного шару ґрунту для забезпечення стійких запланованих врожаїв сільськогосподарської культури.

3.1. Обґрунтування способу зрошення і техніки поливу

Серед шести існуючих способів поливу слід вибрати той, який найкраще відповідає даним умовам. У зрошуваних зонах України основним джерелом ґрунтової вологи є атмосферні опади, тому в більшості випадків полив використовується як доповнення до атмосферних опадів. Клімат, ґрунт, геоморфологія, гідрогеологія, біологія, економіка, управління водними ресурсами, економіка та інші фактори повинні бути враховані при виборі методів і технологій зрошення.

Топографічні фактори, що впливають на розташування зрошувальних мереж і вибір технології поливу: ухил поверхні землі і довжина схилу. Кліматологічні фактори: вологість, випаровування, температура і вологість, вітрові умови (швидкість і напрямок вітру).

Ґрунтові фактори: гранулометричний склад, водоємність, водопроникність, засоленість, товщина ґрунтового покриву, ерозійна стійкість ґрунту.

Гідрогеологічні фактори: глибина і мінералізація ґрунтових вод, ступінь дренажу на ділянці.

Абіотичні фактори: вимоги культури до зрошення, характер розвитку рослин, технології вирощування. Висота рослини над землею визначає механізовані заходи поливу.

Економічні фактори: розміщення та спеціалізація сільськогосподарського виробництва, сівозміна (розмір поля і тип сівозміни, регіональна організація, склад зрошуваних площ).

Фактори управління водними ресурсами: наявність зрошувальної системи, коефіцієнт використання води, використання та ефективність використання землі, якість, температура та засоленість зрошувальної води [6, 11].

Дошувальне зрошення планується здійснювати машинами низького тиску типу "Otech", як найбільш досконалого та економічного типу дошувальної техніки, яка може подавати воду на поле у вигляді дощу, одночасно зволожуючи ґрунт, рослини та приземний шар повітря, а також рівномірно розподіляти воду по зрошуваній площі.

3.2. Вибір розрахункового року

Зміна елементів режиму зрошення з року в рік зумовлена низкою факторів, зокрема впливом погоди, і тому вимагає застосування методів математичної статистики.

Для проєктування зрошувальної мережі необхідний режим зрошення сільськогосподарських культур, розрахований для середньостатистичного посушливого року з 75% забезпеченістю зрошення.

Якщо необхідно визначити рік розрахункової водності на основі дефіциту водоспоживання для сівозміни, що включає декілька ділянок, то розрахунок виконується наступним чином [21, 22]

а) Для кожного поля, що входить до розрахункової сівозміни, визначають дефіцит водоспоживання на кожний рік для основної культури та стерньової культури;

б) визначають середньозважений дефіцит води по культурі сівозміни для кожного року за формулою [22].

$$D_{cib} = \frac{D_1F_1 + D_2F_2 + \dots + D_nF_n}{F_{cib}}, \quad (3.1)$$

де D_{cib} – середньозважений дефіцит для розрахункової сівозміни за конкретний рік, мм;

D_1, D_2, \dots, D_n – дефіцити водоспоживання на 1-му, 2-му, ..., n-му полях, мм; F_1, F_2, \dots, F_n – зрошувана площа кожного поля сівозміни, га;

F_{cib} – зрошувана площа сівозміни, га.

в) значення щорічних середньозважених дефіцитів водоспоживання розміщують в порядку зростання і знаходять забезпеченість кожного значення за формулою

$$p = \frac{m}{n+1} \cdot 100\%, \quad (3.2)$$

де p – забезпеченість кожного року, %;

m – порядковий номер в розрахунковому ряду;

n – кількість членів ряду.

Розрахунки по визначенню року заданої забезпеченості наведено у додатку А.2.

г) знаходять рік, за який середньозважений дефіцит водоспоживання має забезпеченість близьку до розрахункової.

Знаходимо для сільськогосподарської культури значення дефіциту водоспоживання за реальній рік, яке найближче до 75%-ної забезпеченості і приймаємо цей рік за розрахунковий (додаток А.3).

3.3. Визначення норм і строків поливу

Поливна норма – це об’єм води, який треба подати на один гектар зрошуваної площі за один полив. Її вимірюють в м³/га або мм шару води. Розмір поливної норми залежить від агрогідрологічних властивостей ґрунту, рельєфу, сільськогосподарської культури, способу і техніки поливу [22].

Розрахункове (як правило, найбільше) значення поливної норми можна визначити за запропонованою О.М. Костяковим формулою

$$m = W_{\text{НВ}} - W_{\text{доп}}, \quad (3.3)$$

$$\text{або} \quad m = 10\gamma H(\beta_{\text{НВ}} - \beta_{\text{доп}}), \quad (3.4)$$

де m – розрахункова поливна норма, мм;

$W_{\text{НВ}}$ – запаси вологи при найменшій вологості розрахункового шару ґрунту, мм;

$W_{\text{доп}}$ – допустимі або фактичні запаси вологи в тому ж шарі ґрунту, мм;

H – розрахункова глибина кореневмісного шару ґрунту, м;

γ – щільність розрахункового шару ґрунту, т/м³ або г/см³;

$\beta_{\text{НВ}}$ та $\beta_{\text{доп}}$ – вологість ґрунту, що відповідає найменшій вологості та допустимому порозу висушування, %.

Згідно з цією формулою, поливну норму встановлюють, виходячи з умов доведення вологості в розрахунковому шарі ґрунту до найменшої вологості. В дипломному проєкті з метою виключення ерозійних процесів і непродуктивних втрат поливної води прийняті поливні норми від 300 м³/га до 450 м³/га.

Розрахунки режимів зрошення проведено з використанням ПЕОМ і зведено у додатку А.3.

3.4. Графік поливу сівозміни

Режим зрошення сівозміни для наочності представляють у вигляді графіка поливів, на якому видно, в які дні необхідно проводити поливи, їх кількість за

вегетацією, а також кількість води яку необхідно подати на протязі поливного періоду [22]. Режим зрошення сільськогосподарських культур зведено у додатку А.3.

Для побудови неукомплектованого графіка поливів складають відомість (додаток А.4)

Поливну норму брутто визначають за формулою

$$m_{бр} = \frac{m_{нр}}{\beta} . \quad (3.5)$$

Тривалість поливу визначають за формулою

$$t = \frac{Fm_{бр}}{3,6Q_m \tau \beta_{доб}} , \quad (3.6)$$

де F – зрошувана площа поля, га; $m_{бр}$ – поливна норма брутто, м³/га;

Q_m – витрата, прийнятої, дощувальної машини, л/с; τ - тривалість поливу на протязі доби, год. (при цілодобовій роботі машини $\tau=24$ год.); $\beta_{доб}$ – коефіцієнт, що враховує втрати робочого часу на протязі доби.

Обов'язково отриману тривалість поливу округлюють до цілої кількості діб чи змін. Маючи дату кінця поливу і тривалість поливу розраховують дату початку поливу [22, 26].

Неукомплектований графік поливів (рис.3.1) не оптимізований, можна помітити, що він не прийнятний для виробничого використання, так як він характеризується різкими коливаннями загальних поливних витрат, має періоди з великою завантаженістю поливами і перерви в подачі води.

Для того, щоб виключити недоліки такого графіка, його необхідно перебудувати (укомплектувати) таким чином, щоб величина ординат за весь поливний сезон була б однаковою, або близька між собою. При цьому величина гідромодуля повинна бути не більше 0,7 л/(с·га) і максимальні витрати повинні бути не менше як 10 діб [21, 24].

Гідромодулем називають витрату, що необхідно подати на 1 га зрошуваного поля і визначають за формулою

$$q = \frac{Q}{F} . \quad (3.7)$$

В даному проєкті максимальна витрата, яку необхідно подати на сівозміну дорівнює 260 л/с, а максимальний гідромодуль складає $q=0,66$ л/(с·га) і він буде спостерігатись більше 12 днів

Укомплектований графік поливу наведений на рис. 3.2.

За даними укомплектованого графіка поливів заповнюють відомість укомплектованого графіка поливів (табл. 3.1) аналогічно відомості неукомплектованого графіка.

Таблиця 3.1

Відомість укомплектованого графіка поливу зерно-кормової сівозміни
розрахованого на 75 %-ну забезпеченість

№ поля	Сільськогосподарська культура	Площа поля, га	М. м ³ /га	№ поливу	Строки поливу		Тривал. поливу, днів	Q, л/с					
					початок	кінець							
1	Ячмінь яровий з підсівом люцерни	55,8	2700	2	300	11.06.1969	14.06.1969	4	60,0				
				3	300	18.06.1969	21.06.1969	4	60,0				
				4	300	08.07.1969	11.07.1969	4	60,0				
				6	300	02.08.1969	05.08.1969	4	60,0				
				7	300	12.08.1969	15.08.1969	4	60,0				
				8	300	18.08.1969	21.08.1969	4	60,0				
				9	300	29.08.1969	01.09.1969	4	60,0				
				10	300	10.09.1969	13.09.1969	4	60,0				
				11	300	21.09.1969	24.09.1969	4	60,0				
				2	Люцерна 2-го року	55,8	4500	1	450	11.05.1969	16.05.1969	6	60,0
								2	450	03.06.1969	08.06.1969	6	60,0
3	450	09.06.1969	14.06.1969					6	60,0				
4	450	02.07.1969	07.07.1969					6	60,0				
5	450	12.07.1969	17.07.1969					6	60,0				
6	450	18.07.1969	23.07.1969					6	60,0				
7	450	30.07.1969	04.08.1969					6	60,0				
8	450	07.08.1969	12.08.1969					6	60,0				
9	450	02.09.1969	07.09.1969					6	60,0				
10	450	25.09.1969	30.09.1969					6	60,0				

3 Люцерна 3-го року	55,8	3600	1	450	11.05.1969	16.05.1969	6	60,0
			2	450	03.06.1969	08.06.1969	6	60,0
			3	450	09.06.1969	14.06.1969	6	60,0
			4	450	02.07.1969	07.07.1969	6	60,0
			5	450	12.07.1969	17.07.1969	6	60,0
			6	450	18.07.1969	23.07.1969	6	60,0
			7	450	31.07.1969	05.08.1969	6	60,0
			8	450	07.08.1969	12.08.1969	6	60,0

4 Озима пшениця+	55,8	2800	1	300	06.05.1969	09.05.1969	4	60,0
кукурудза на з/к			2	300	16.05.1969	19.05.1969	4	60,0
			3	300	28.05.1969	31.05.1969	4	60,0
			4	300	05.06.1969	08.06.1969	4	60,0
			5	400	11.07.1969	15.07.1969	5	60,0
			6	300	03.08.1969	06.08.1969	4	60,0
			7	300	18.08.1969	21.08.1969	4	60,0
			8	300	02.09.1969	05.09.1969	4	60,0
			9	300	10.09.1969	13.09.1969	4	60,0

5 Кукурудза на зерно	76,7	1800	1	300	15.05.1969	19.05.1969	5	70,0
			2	300	15.06.1969	19.06.1969	5	70,0
			3	300	29.07.1969	02.08.1969	5	70,0
			4	300	07.08.1969	11.08.1969	5	70,0
			5	300	18.08.1969	22.08.1969	5	70,0

6 Цукровий буряк	92,5	2700	1	300	26.05.1969	30.05.1969	5	70,0
			2	300	25.06.1969	29.06.1969	5	70,0
			3	300	03.07.1969	07.07.1969	5	70,0
			4	300	10.07.1969	14.07.1969	5	70,0
			5	300	20.07.1969	24.07.1969	5	70,0
			6	300	28.07.1969	01.08.1969	5	70,0
			7	300	05.08.1969	09.08.1969	5	70,0
			8	300	11.08.1969	15.08.1969	5	70,0
			9	300	03.09.1969	07.09.1969	5	70,0

$$Q_{\max}=260\text{л/с} \quad F_{\text{сев.}}=392,4\text{га} \quad q=0,66\text{л/(с*га)}$$

4. ГІДРАВЛІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ЗРОШУВАЛЬНОЇ МЕРЕЖІ

4.1. Конструкція зрошувальної мережі

Напірну зрошувальну мережу для поливу широкозахватними дощувальними машинами “Otech” проєктують у вигляді закритих трубопроводів.

В цьому проєкті вибрана лінійна схема розташування зрошувальної мережі. Вона залежить від розміщення джерела зрошення, рельєфу масиву, параметрів та умов роботи дощувальних машин.

Закрита зрошувальна мережа на масиві зрошення складається з розподільчого та польових трубопроводів. Розподільчий трубопровід 1Кр. транспортує воду від місця водозабору (ставок на річці Суха Сура) до зрошувального масиву розподіляючи її між польовими трубопроводами (1-Кр1, 1-Кр2, 1-Кр3, 1-Кр4, 1-Кр5), а потім до дощувальних машин.

Для забезпечення кращого обслуговування трубопроводів по можливості їх прокладають вздовж доріг та лісосмуг [26].

4.2. Гідравлічний розрахунок

Кількість одночасно працюючих машин є підставою для визначення витрат трубопроводів. Вона встановлюється за графіком поливів та витрат окремих дощувальних машин. Витрати трубопроводів визначають із умов забезпечення одночасної роботи максимальної кількості дощувальних машин на самих віддалених полях від водозабору та з врахуванням технології поливу (одна дощувальна машина на поле).

Всі розрахунки проводять в табличній формі (додаток Б.1). Витрати для прийнятої схеми підбирають з умов, що для кожної дощувальної машини вони повинні подаватись в розмірі від 30 до 70 л/с, з урахуванням ККД

внутрішньогосподарської зрошувальної мережі 96 %, по кожному польовому трубопроводу необхідно пропустити витрати від 31 до 73 л/с. Крім того, по розподільних трубопроводах повинні проходити витрати не більші ніж для чотирьох дощувальних машин, тобто 260 л/с.

Розрахунок гідравлічних параметрів зрошувальної мережі виконують для встановлення діаметрів трубопроводів, швидкості руху води, втрат напору в трубопроводах, повного напору насосної станції [9].

В наш час матеріал для трубопроводів зрошувальної мережі приймають поліетилен марок ПНТ і ПВТ. Металеві труби можливо застосувати рідко у виняткових випадках, коли робочий тиск води в трубах досить великі, тобто напір $H > 100$ м.

Економічно най вигідніші діаметри трубопроводів (мм) можна визначити за формулою

$$d = 1000 \sqrt{\frac{4Q}{\pi v}} = 1130 \sqrt{\frac{Q}{v}}, \quad (4.1)$$

де Q – витрати води в трубопроводі, м³/с; v – оптимальна швидкість руху води, м/с.

Звичайно швидкість в поліетиленових трубах приймають рівною 1...2 м/с, в сталевих та чавунних – 1...3 м/с. Мінімально допустиме значення цієї швидкості зумовлене недопуском замулення труб наносами. Збільшення швидкості дозволяє зменшити діаметр труб, а значить, і їх вартість, але збільшує напір, отже, і потужність насосної станції, а також можливість виникнення гідравлічного удару [9, 20, 26].

Всі розрахунки за ділянками зведені в таблиці (див. додаток Б.1).

За розрахунковим діаметром вибирають найближчий стандартний діаметр трубопроводу і уточнюють швидкість руху води в трубопроводі

$$v_{\text{сер}} = \frac{4Q}{\pi d_{\text{ст}}^2}, \quad (4.2)$$

де $d_{\text{ст}}$ - стандартний внутрішній діаметр трубопроводу, м.

Фактичну швидкість руху води порівнюють з допустимою швидкістю на замулювання, яку приймають рівною 0,3 м/с при заборі води з річки і 0,2 м/с при

заборі із водосховища [20]. Коли фактична швидкість води буде менше допустимої на замулювання, тоді необхідно зменшити діаметр трубопроводу.

Втрати напору по довжині трубопроводу можна визначити за питомим опором по формулі

$$h_1 = 0,1S_0lQ^2, \quad (4.3)$$

де S_0 – питомий опір, який визначається за таблицями довідника [20], l – довжина трубопроводу (ділянки), м; Q – витрата води в трубопроводі на кожній окремій ділянці, м³/с.

Втрати напору на подолання місцевих опорів приймають, як для гідравлічно довгих трубопроводів, тобто $h_m = 0,1h_1$ [22].

Об'єднані втрати напору в трубопроводі (ділянці) визначають як суму втрат по довжині і місцевих, тобто

$$h_w = h_1 + h_m = 1,1h_1. \quad (4.4)$$

Розрахунок проводять в 2-а приближення. Перше наближення починають з кінцевих ділянок (гідрантів зрошувальної мережі).

Відмітки напору п'езометричної лінії на останньому гідранті польового трубопроводу визначають за формулою

$$\nabla_{\text{плк}} = \nabla_{\text{пз}} + h_0 + \Delta h_{\text{маш.}} + \Delta h_{\text{гідр}}, \quad (4.5)$$

де $\nabla_{\text{плк}}$ - відмітка п'езометричної лінії останнього (кінцевого) гідранта, м; $\nabla_{\text{пз}}$ – відмітка поверхні землі біля гідранта, м; h_0 – необхідний вільний напір на гідранті, м, рівний робочому напору дощувальної машини; $\Delta h_{\text{маш}}$ – втрати напору в машині за рахунок нерівностей на полі, м; $\Delta h_{\text{гідр}}$ – втрати напору на гідранті, м.

Необхідний вільний напір для вибраних низьконапірних дощувальних машин складає 34 і 43 м в залежності від модифікації. Відмітка п'езометричної лінії в голові (початку) трубопроводу буде рівною відмітці п'езометричної лінії кінця ділянки плюс загальні втрати напору в цьому трубопроводі (ділянці)

$$\nabla_{\text{плп}} = \nabla_{\text{плк}} + h_w. \quad (4.6)$$

Якщо від якого-небудь вузла розподільного трубопроводу відходить два або більше трубопроводів меншого порядку то відмітку п'езометричної лінії для конкретного вузла приймають як найбільшу на початкових ділянках трубопроводів.

В другому приближенні розрахунок ведуть послідовно від початку мережі (насосної станції) до кінцевих гідрантів. Отже, перше наближення необхідне для визначення потрібної відмітки п'езометричного рівня на початку всієї мережі, а друге наближення служить для безпосереднього підбору діаметрів трубопроводів і визначення напору на кожній ділянці і вузлі зрошувальної мережі [24].

Повний напір насосної станції розраховують за формулою

$$H = \nabla_{\text{пл.гол}} - \nabla_{\text{рвнс}} , \quad \text{або} \quad H = H_{\Gamma} + \sum h_w + h_0, \quad (4.7)$$

де $\nabla_{\text{пл.гол}}$ – відмітка п'езометричної лінії в голові магістрального трубопроводу (системи), м; $\nabla_{\text{рвнс}}$ – мінімальна відмітка рівня води в джерелі зрошення, в місці забору води насосною станцією, м; $\sum h_w$ – сума втрат напору в закритій мережі, що визначають для самого невигідного випадку роботи мережі (з найбільшими втратами напору), що приймається на основі порівняльних розрахунків, м; h_0 – необхідний напір на гідранті для забезпечення нормальної роботи дощувальної машини, м; H_{Γ} – геодезична висота підйому води, що визначається як різниця відміток

$$H_{\Gamma} = \nabla_{\text{пзк}} - \nabla_{\text{рвнс}} , \quad (4.8)$$

де $\nabla_{\text{пзк}}$ – найвища відмітка поверхні землі в кінці одного з віддалених польових трубопроводів, м.

В даному випадку $\nabla_{\text{пл.гол}} = 203,29$ м і $\nabla_{\text{рвнс}} = 117,80$ м , тоді

$$H = 203,29 - 117,80 = 85,49 \text{ м.}$$

Потрібна потужність насосної станції визначають за формулою

$$N = \frac{\rho \cdot g \cdot Q \cdot H \cdot 1,03}{1000 \eta_n \eta_{\text{ос}}} = 15QH, \quad (4.9)$$

де ρ – густина води, $\rho=1000$ кг/м³; g – прискорення вільного падіння, $g=9,81$ м/с²; Q – розрахункові витрати насосної станції, м³/с; H – повний напір насосної станції, м; η_n – ККД насоса; $\eta_{дв}$ – ККД двигуна; 1,03 – коефіцієнт, що враховує внутрішньостанційні втрати напору на НС.

Для наближених розрахунків можна прийняти $\eta_n = 0,85$, $\eta_{дв} = 0,8$.

$$N = 15 \cdot 0,260 \cdot 85,49 = 387,0 \text{ кВт.}$$

4.3. Проектування поздовжніх профілів зрошувальних трубопроводів

Поздовжні перерізи (профілі) зрошувальної мережі складають для:

- визначення відміток траншеї, верху і осі трубопроводів;
- встановлення об'ємів земляних робіт;
- встановлення місцезнаходження гідротехнічних споруд.

Підставою для побудови креслень поздовжнього профілю є топографічний план в горизонталях або журнал нівелювання. Поздовжній профіль будують у відповідності з нормативних вимог [22].

Масштаб поздовжнього перерізу приймають з врахуванням рельєфу місцевості та довжини запроєктованої мережі. Горизонтальний масштаб прийнятий 1:5000, вертикальний – 1:50. Горизонтальний та вертикальний масштаби поздовжнього профілю вказують над боковиком сітчастої частини профілю.

Поперечний переріз (профіль), зображають в раніше обраному масштабі, рівному вертикальному масштабу поздовжнього профілю. Масштаб поперечного перерізу вказують під його назвою.

Проектні планові лінії дна каналу, верху труби проводять суцільною основною лінією S ; поверхню землі, існуючі споруди, свердловини, колодязі, шурфи – суцільною лінією $\frac{2}{3}S$; лінії сітчастої частини поздовжніх профілів, лінії-

виноски – суцільною лінією $\frac{1}{2}s$; лінії границь ґрунтів або геологічних порід – суцільною лінією $\frac{1}{3}s$; рівень ґрунтових вод – штрих пунктирною лінією S.

Пікетаж на кресленні повздовжнього профілю повинен відповідати пікетажу на плані. Повздовжній профіль зрошувальної мережі складають по ходу пікетажу зліва направо [26].

Поперечні перерізи зображають на вільному полі креслення.

Проектування повздовжніх профілів зрошувальних трубопроводів проводять в такій послідовності:

1. Після розбивки пікетажу по розрахунковій трасі заповнюють рядок “пiketи”.
2. Креслять профіль поверхні землі по розрахунковій трасі за відмітками, що отримані в точках перетину горизонталей з трасою.
3. В перший рядок записують відмітки поверхні землі на кожному Пікетному відрізьку, що визначають графічно за накресленою лінією поверхні землі, провівши на кожному пікеті вертикалі до перетину з лініями поверхні землі.
4. На повздовжньому перерізі місцевість розбивають на ділянки, які характеризуються іденттчни середнім нахилом поверхні. Визначають їх похил і заповнюють 2-ий рядок таблиці під профілем. З цим нахилом і проектують трубопровід на даній ділянці.

Глибину укладки труб $h_{тр}$ приймають в залежності від глибини проникнення від’ємних температур (промерзання) ґрунтів та за умов не пошкодження трубопроводу поверхневими навантаженнями.

Труби закритої зрошувальної системи можна укласти на глибину 1,40 м, так як на цій глибині деформації ґрунту внаслідок замерзання та відтавання незначні.

Труби кладуть на природні підвалини на непошкоджений спланований ґрунт. В ґрунтах, що підлягають пученню або просадці, трубопроводи кладуть на

піщану подушку товщиною не менше 20 см. Для підвищення міцності стиків поліетиленових труб засипку пазух виконують піском.

Відмітки по дну траншеї обчислюють за формулою

$$\nabla_{\text{дна траншеї}} = \nabla_{\text{пов. землі}} - h_{\text{тр}} - D, \quad (4.10)$$

де D – зовнішній діаметр трубопроводу.

6. Висота верхньої, нижньої та центральної лінії трубопроводу розраховується відповідно до величини ухилу, а також висоти дна траншеї, діаметра трубопроводу та способу прокладання трубопроводу.

При проектуванні поздовжніх профілів трубопроводу особливо важливо уникати точок повороту з інверсійним або нульовим градієнтом, де може залишатися вода після звільнення трубопроводу. Якщо таких ділянок неможливо уникнути повністю, трубопровід слід проектувати з мінімально допустимим ухилом 0,0005.

7. У нижній частині вигину трубопроводу повинні бути передбачені пристрої для звільнення трубопроводу, а у верхній частині - плунжер для випуску повітря.

8. Поперечний переріз траншеї, включаючи всі позначки і розміри, повинен бути накреслений на одному або двох характерних пікетах в масштабі 1:50.

9. Для поліетиленових труб ширину траншеї по дну b приймають відповідно до діаметра.

4.4. Гідротехнічні споруди на зрошувальній мережі

Для забезпечення нормальної роботи закритих зрошувальних мереж на трубопроводах необхідно встановлювати спеціальне обладнання.

1. розподільчі (оглядові) колодязі або вузли, призначені для регулювання розподілу води між окремими ланками закритої стаціонарної зрошувальної

мережі. Для цього в розподільчих колодязях на початку розподільчих трубопроводів різного порядку, що відходять від поля, і трубопроводів вищого порядку розташовують засувки. У найвіддаленіших розподільчих трубопроводах (ділянках) засувки розташовуються на відгалуженнях від польових трубопроводів.

У деяких випадках відгалуження від верхніх розподільчих трубопроводів до нижніх або польових розподільчих трубопроводів розташовують без засувок. З'єднувальні муфти можуть бути виконані з чавуну, сталі або залізобетону. У цих випадках розподільчі колодязі, як правило, облаштовуються в стандартній комплектації [22, 26].

Останнім часом використовуються безколодязні водорозподільні вузли, в яких регулюючий клапан встановлюється на поверхні землі для покращення зручності експлуатації. Водорозподільні вузли поєднуються з плунжерами (RV), водоскидними спорудами (RS) або гідрантами (RG).

Зрошувальні трубопроводи, що приймають воду, обладнуються засувками. При груповій експлуатації трубопроводів може бути встановлений один розподільний клапан на всю групу трубопроводів, що працюють одночасно. У таких трубопроводах використовуються водопровідні чавунні засувки, розраховані переважно на високий тиск.

Для труб діаметром до 300 мм пропонується використовувати вертикальні розподільні клапани системи Rudro зі шпинделем, що відкривається/закривається. Для діаметрів 400... 500 мм - з шпинделями, що не відкриваються і не закриваються; для діаметрів 500... 600 мм слід використовувати розподільний клапан з байпасною лінією для полегшення відкривання та закривання. Для відкриття великих розподільних клапанів необхідно використовувати спеціальні електродвигуни.

2. водяні гідранти використовуються для скидання води з трубопроводу на рівень землі та живлення спринклерів. Зазвичай вони встановлюються на

трубопроводі на ділянці. Відстань між ними залежить від параметрів спринклера та умов використання.

Водорозбірні колодязі призначені для розкриття закритих мереж на зимовий період або під час ремонту. Закриті зрошувальні системи не забезпечені спеціальними водовідвідними мережами, тому вода скидається через спеціальні відгалуження трубопроводу в природні пониження або придорожні кювети, або у водозбірну мережу. Замість водовідвідних колодязів краще використовувати водовідвідні крани. З водозливного крану більша частина води витікає самопливом, а решта відкачується додатковими мобільними аварійними машинами.

3. гідравлічні амортизатори для запобігання або зменшення сили гідравлічних ударів, які виникають при раптовій зупинці насосів або перериванні подачі води. Амортизатори встановлюються на напірному трубопроводі відразу за зворотним каналом для захисту насосної станції і всього трубопроводу від гідравлічних ударів.

4. повітряні клапани призначені для автоматичного видалення повітря, що накопичується в трубопроводі. Зазвичай вони встановлюються у найвищих точках трубопроводу.

Проект, що розглядається, включає: вісім водорозподільних вузлів та гідрантів для підключення дощувальних машин Otech, чотири плунжери та шість споруд для скидання води.

5 ПРОЄКТУВАННЯ ДРЕНАЖНОЇ МЕРЕЖІ НА ЗРОШУВАНОМУ МАСИВІ

5.1 Прогноз рівня підґрунтових вод

Прогнозування рівня ґрунтових вод є дуже важливим заходом при проєктуванні, будівництві та експлуатації зрошувальних мереж. Вплив зрошення на ґрунтові води безпосередньо залежить від тривалості терміну служби зрошувальної мережі. Після введення зрошувальної системи в експлуатацію на об'єкті необхідно визначити можливі зміни в компонентах водного балансу, які викликають зрошення.

Щоб оцінити можливі зміни компонентів водного балансу, необхідно знати їх кількісне співвідношення [12, 19].

Для підтримки нормальної ситуації з гідравлічною ситуацією на зрошуваному масиві з глибиною залягання ґрунтових вод до 5 метрів необхідно забезпечити дренаж проєктованого зрошувального масиву. Дренаж є надійним способом запобігання підйому ґрунтових вод вище критичного рівня і підтримки оптимального сольового режиму ґрунту.

Рівняння водного балансу зрошуваної території:

$$\Delta W_1 + \Delta W_2 = O_p + O_c - (I + T_p) + (1 - L)\Phi_k - C \pm g, \quad (5.1)$$

б) для підґрунтових вод

$$\Delta W = \pm g + \Pi - O + \alpha\Phi_k - D \pm p, \quad (5.2)$$

в) загальний баланс

$$\sum \Delta W = B + O_c - (I + T_p) + (\Pi - O) - C - D \pm p, \quad (5.3)$$

де ΔW - зміни вологозапасів, м³/га; O_p - загальна (зрошувальна) норма (нетто), яка подається на поля з системи, м³/га; O_c - кількість води з атмосферних опадів, м³/га; I - втрати води на випаровуванні частки дощів, які не ввібралися в ґрунт, м³/га; T_p - евапотранспірація рослин з ґрунту, м³/га; α - частка фільтрації з відкритої мережі, що йде до живлення підґрунтових вод; Φ_k - фільтрація з каналів (трубопроводів) усіх порядків, м³/га; C - води поверхневі скидні з полів, м³/га;

$\pm g$ - вертикальний вологообмін між ґрунтом та підґрунтовими водами (знак “+” означає надходження підґрунтових вод), $\text{м}^3/\text{га}$; П, О – підґрунтовий приплив і відтік, $\text{м}^3/\text{га}$; Д – дренажний стік, $\text{м}^3/\text{га}$; $\pm p$ - вертикальний вологообмін підґрунтових вод з більш глибоко залягаючими підземними водами (знак “+” – живлення підґрунтових вод знизу), $\text{м}^3/\text{га}$; В – водозабір з урахуванням поверхневого припливу та скидів, $\text{м}^3/\text{га}$.

Формула водного балансу зрошуваного масиву буде мати вигляд [12, 19]

$$\sum W = O_p + \Phi_k + \mu O_c - (E_{ВП} + E_{НП}) \pm g, \quad (5.4)$$

де μO_c - атмосферні опади за відрахуванням поверхневого стоку. В нашому випадку $\mu O_c = 0,7 \cdot 4950 = 3465 \text{ м}^3/\text{га}$; $E_{НП} - 700 \text{ м}^3/\text{га}$, $E_{ВП} - 3600 \text{ м}^3/\text{га}$.

Зрошувальна норма, що подається на 1 га зрошуваної площі бруто визначається по формулі

$$O_p = KЗВ \cdot M_{ср.вз.}^{HT}, \quad (5.5)$$

де КЗВ – коефіцієнт земельного використання, який визначається за формулою

$$KЗВ = \frac{F_{нт}}{F_{бр}}. \quad (5.6)$$

Для розглянутого проекту

$$KЗВ = \frac{469,8}{484,5} = 0,97, \quad O_p = 0,97 \cdot 2600 = 2522 \text{ м}^3 / \text{га}.$$

При здійсненні поливів із закритої зрошувальної мережі значно зменшується фільтрація, величина якої розраховується за формулою

$$\Phi_k = O_p \left(\frac{1}{\eta} - 1 \right), \quad (5.7)$$

де η - коефіцієнт корисної дії внутрішньогосподарської зрошувальної мережі.

$$\text{В приведеному випадку } \Phi_k = 2522 \left(\frac{1}{0,97} - 1 \right) = 78,0 \text{ м}^3 / \text{га}.$$

Величину втрат на випаровування опадів з водної поверхні, які не вібалися в ґрунт, а також транспірація і випаровування з ґрунту може бути виражено як

сумарне випаровування вегетаційного ($E_{ВП}$) і не вегетаційного періодів ($E_{НВ}$) тобто

$$E = E_{ВП} + E_{НВ}. \quad (5.8)$$

Величину сумарного випаровування не вегетаційного періоду приймаємо рівною $700 \text{ м}^3/\text{га}$.

$$E = 3600 + 700 = 4300 \text{ м}^3 / \text{га}.$$

За розрахунковий період можна прийняти $\Delta W_n = 0$, так як в продовж вегетаційного сезону вологозапаси ґрунті підтримуються за рахунок дощування, а в не вегетаційний період поповнюється вологозарядковими поливами. В результаті цього величину і напрямок вологообміну між ґрунтовими та підґрунтовими водами визначають із залежності

$$g = \Delta W_n + E - LO_c - O_p, \quad (5.9)$$

$$g = 0 + 4300 - 1 \cdot 3465 - 2522 = -1687 \text{ м}^2 / \text{га}.$$

$$\text{Отже, } \sum W = 2522 + 78,0 + 1 \cdot 3465 - 4300 - 1687 = 78,0 \text{ м}^2 / \text{га}.$$

Приріст рівнів підґрунтових вод за рік, викликаний зміною запасів вологи ($\sum \Delta W$) можна визначити за формулою

$$\Delta h = \frac{\sum \Delta W}{10000\mu}, \quad (5.10)$$

де μ - коефіцієнт дефіциту насичення ґрунтів зони аерації, для суглинків важких $\mu = 0,05$, тоді

$$\Delta h = \frac{78,0}{10000 \cdot 0,05} = 0,156 \text{ м}.$$

Для визначення періоду підйому рівня підґрунтових вод до критичних рівнів слід визначити допустиму глибину залягання ґрунтових вод.

Критична глибина стояння рівня підґрунтових вод ($H_{кр}$) може бути визначена декількома способами:

- 1) за О.М. Костякова із залежності від мінералізації підґрунтових вод. Так як у даному проєкті при мінералізації підґрунтових вод 7,9 г/л $H_{кр}=3,5$ м;
- 2) із формули В.А. Ковди $H_{кр}$ обчислюють від зміни середньорічної температури повітря

$$H_{кр} = 170 + 8 \cdot t, \quad (5.11)$$

у нашому випадку при $t=+8,2^{\circ}\text{C}$, $H_{кр}=170+8 \cdot 8,2=236 \text{ см}= 2,4 \text{ м}$;

- 3) $H_{кр}$ можна визначити ще за формулою

$$H_{кр} = H_{\max} + a,$$

(5.12)

де H_{\max} - найбільший розмір висоти капілярного підняття воли в даному ґрунті, м; a - глибина розміщення основної маси коріння рослин, м.

Приблизні значення H_{\max} на суглинках складає 2,0 м, $a = 1,0$ м. Звідси $H_{кр}=2,0+1,0=3$ м.

Після визначення $H_{кр}$ необхідно визначити тривалість за яку рівень ґрунтових вод досягне критичних відміток

$$T_{кр} = \frac{H_{поч} - H_{кр}}{\Delta h}, \quad (5.13)$$

де $H_{поч}$ – початковий рівень ґрунтових вод, м.

При середньому значенні $H_{поч}=6$ м

$$T_{кр} = (6 - 3) / 0,156 = 19 \text{ років.}$$

Таким чином, орієнтовно через 19 років за даних гідрогеологічних умовах рівень вод в ґрунті може досягти критичних відміток.

5.2. Розрахунок параметрів дренажу

До розрахункових величин систематичного горизонтального дренажу слід віднести глибину закладання дрен, відстань між дренами, положення рівня підґрунтових вод у міждренні, притік до дрени і витрата дрени також положення рівня депресійних кривих в різні моменти часу.

Глибина закладання дрен ($H_{др}$) обмежена з одного боку допустимою глибиною залягання ґрунтових вод, яку прийняли, та можливостями технічними характеристиками дреноукладача (рис. 5.1).

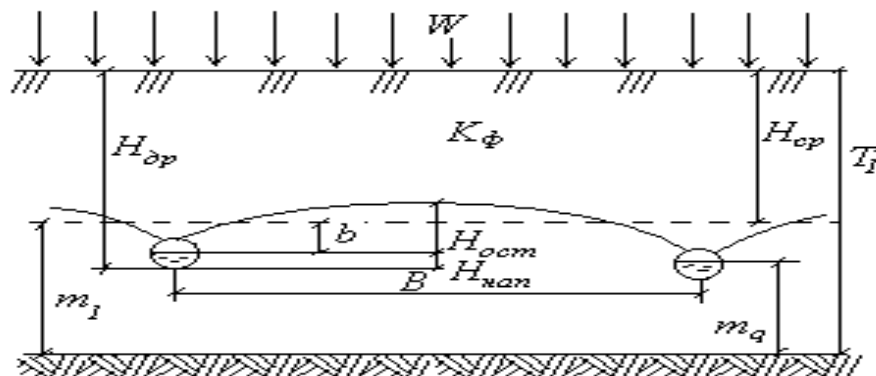


Рис. 5.1 – Геофільтраційна схема для визначення відстані між дренами в однорідному ґрунті

Глибину залягання дрен можна визначити із співвідношення

$$H_{др} = H_{кр} + H_{ост} + H_{нап}, \quad (5.14)$$

де $H_{кр}$ – гранична (критична) глибина залягання рівнів підґрунтових вод, м; $H_{ост}$ – перепад рівня підґрунтових вод на міждренні над рівнем води в дренах, м (для суглинків важких прийнято 3,0 м); $H_{нап}$ – глибина води в дренах, м (прийнято рівною 0,5 діаметра дрени).

При прийнятому діаметрі дрени 100 мм $H_{нап} = 0,05$ м.

Звідси $H_{др} = 3,0 + 0,5 + 0,05 = 3,55$ м.

Якщо умовно задати криву депресії у вигляді параболічної форми, тоді середній напір на міждренній смузі розраховують за формулою

$$H_{cp} = H_{др} - 2/3(H_{др} - H_{кр}), \quad (5.15)$$

Таким чином, $H_{cp} = 3,55 - 2/3(3,55 - 3,0) = 3,18$ м.

Розрахунок міждренної відстані проводять на передуючий експлуатаційний період за залежностями сталої фільтрації та перевіряють у відповідності з прогнозами водно-сольового режиму і зміни підґрунтових вод, в знакові періоди.

Обчислення міждренної відстані проводиться за формулою В.М. Шестакова

$$B = 4 \left(\sqrt{\frac{\Phi^2 + T' \cdot H_{oc}}{2W}} - \Phi \right), \quad (5.16)$$

де B – відстань між дренами, м; T' – провідність водоносної товщі ґрунту, м²/доб.

$$T = K_{\phi} m_1, \quad (5.17)$$

m_1 – потужність водоносного шару між дренами, м;

$$m_1 = T_1 - H_{cp}, \quad (5.18)$$

де T_1 – потужність товщі ґрунту від поверхні до водоупору, м; K_{ϕ} – коефіцієнт фільтрації водоносної товщі ґрунту, м/доб; H_{oc} – перевищення поверхні ґрунтових вод на міждренні над горизонтом води в дренах, м; W – інтенсивність інфільтрації живлення, м/доб.

$$W = \frac{\sum \Delta W}{10000t}, \quad (5.19)$$

де t – довготривалість вегетаційного періоду ($t = 200$ діб); $\sum \Delta W$ - зміна вологозапасів, м/діб.

Для даного випадку $W = 78,0 / 10000 \cdot 200 = 0,000039$ м/доб.

Φ – фільтраційний опір, м

$$\Phi = m_1 \cdot f, \quad (5.20)$$

$$f = 0,73 \lg(m_1 / \pi r_{\partial p}), \quad (5.21)$$

Підставивши вихідні данні отримаємо

$m_1 = 9,13 - 3,5 = 5,63$ м; $T' = 0,68 \cdot 5,63 = 3,83$ м²/доб,

$\Phi = 5,63 \cdot 1,39 = 7,82$ м; $f = 0,73 \cdot \lg(5,63 / 3,14 \cdot 0,05) = 1,13$.

$$\text{Отже } B=4\left(\sqrt{7,82^2 + \frac{3,83 \cdot 0,5}{2 \cdot 0,000039}} - 7,8\right) = 149 \text{ м.}$$

За даних фільтраційних умов та схеми дренавання міждренну відстань (В) розрахувати і по формулі С.Ф. Авер'янова

$$B = 2 \sqrt{\frac{2K_{\phi} \cdot H_{ocm} \cdot m_{\delta}}{W} \cdot \left(1 + \frac{H_{ocm}}{2m_{\delta}}\right) \cdot \alpha}, \quad (5.22)$$

де m_{δ} – відстань від рівня води в дрени до поверхні водоупору, м

$$\begin{aligned} m_{\delta} &= m_1 - b, \\ m_{\delta} &= 5,63 - 0,22 = 5,51 \end{aligned} \quad (5.23)$$

α - коефіцієнт висячості;

Величина α визначається по формулі

$$\begin{aligned} \alpha &= \frac{1}{1 + \frac{2m_{\delta}}{B} \cdot 2,94 \lg \frac{1}{\sin \frac{\pi d}{2m_{\delta}}}}, \\ \alpha &= \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot 5,51}{865} \cdot 2,94 \lg \frac{1}{\sin \frac{3,14 \cdot 0,1}{2 \cdot 5,51}}} = 0,99. \end{aligned} \quad (5.24)$$

де d – розрахунковий діаметр дрени, м.

Одержимо

$$\text{Тоді } B = 2 \sqrt{\frac{2 \cdot 0,35 \cdot 0,5 \cdot 5,51}{0,000022} \cdot \left(1 + \frac{0,5}{2 \cdot 5,51}\right) \cdot 0,99} = 125 \text{ м.}$$

В результаті порівняння результатів двох розрахунків приймаємо міждренну відстань рівною 150 м як більшу з розрахованих вище.

5.3 Гідравлічний розрахунок дренажної мережі

При гідравлічному розрахунку параметри визначають за формулами рівномірного руху при безнапірному режимі потоку води в трубах.

Обчислення витрати дрен визначають за модулем дренажного стоку та площею, що обслуговує дрена.

Нормальна витрата дрени дорівнює

$$Q_n^{dp} = g_{veg} \cdot F, \quad (5.25)$$

де g_{veg} – модуль стоку дренажу за вегетаційний період, л/с га; F – площа, яку обслуговує одна дрена, га.

$$g_{veg} = 116 \cdot W, \quad (5.26)$$

$$F = L \cdot B / 10000, \quad (5.27)$$

де L – довжина дрени, м; B – відстань між дренами, м.

Таким чином $g_{veg} = 116 \cdot 0,000039 = 0,0045$ л/с га.

$$Q_n^{dp} = 0,0045 \cdot 59,3 = 0,27 \text{ л/с.}$$

При $L = L_1 + L_2 = 2215 + 1740 = 3955$ м і $B = 150$ м. Тоді

$$F = \frac{3955 \cdot 150}{10000} = 59,3 \text{ га.}$$

Максимальну витрату в дрени визначено

$$Q_{max}^{dp} = 0,27 \cdot 5 = 1,35 \text{ л/с.}$$

Похил дрени становить 0,0084.

При гідравлічному розрахунку дренажної мережі використовують номограми. Знаючи максимальну витрату Q_{max} дрени, та задавшись похилом і матеріалом труб підбирають діаметр труб, та порівнюють із стандартним значеннями. В результаті маємо для діаметра труб 100 мм:

- швидкість руху води в дрени $V = 0,72$ м/с;
- ступінь наповнення дрени $h/d = 0,63$.

Допустима швидкість для ПВХ труб становить 2,5 м/с, що значно більше від отриманої швидкості.

5.4. Конструкція дренажної мережі

У даному проекті пропонуються дрени 1Dr і 2Dr тобто два селективних дренажних канали:

- При ув'язці розташування іригаційних і дренажних мереж враховуються рельєф, гідрогеологічні умови, господарське використання території і технологія зрошення;

- Дренажна мережа не повинна заважати механізованому зрошенню;

- Найкраще розташування дренажу перпендикулярно напрямку стоку ґрунтових вод;

- Довжина закритого дренажу становить не більше 800-1000 м, а при більшій довжині вибіркового дренажу через 200-400 м передбачається оглядовий колодязь;

- Кількість ділянок дренажних мереж з зрошувальними мережами має бути мінімальною.

На дренажній мережі передбачена конструкція, що забезпечує відведення дренажних вод з зрошувальної мережі до водозабору. До таких споруд відносяться свердловини різного призначення, такі як спостережні свердловини, відстійні свердловини, обертові свердловини і опускні водозабірні і абсорбційні свердловини.

Для забезпечення сполучення і нормальної роботи дренажної мережі влаштовуються оглядові колодязі, основним призначенням яких є проведення регулярного огляду, ремонту і регулярного очищення дренажу.

Оглядові колодязі розташовані на початку і кінці дренажу, а також по куту повороту плану, точці переходу від одного діаметра до іншого і через кожні 200-400 м по довжині дренажу. Оглядовий колодязь спроектований зі збірних залізобетонних стінових кілець типу KS, KS-1a діаметром 1,0, 1,5 і 2,0 м. верхня частина оглядового колодязя покрита плитами перекриття типу PP-10, 15 або 20, в залежності від діаметра колодязя. Глибина колодязя регулюється глибиною дренажу. Колодязь оснащений спускним кронштейном і, при необхідності, пристроєм для вимірювання рівня води. Дно колодязя повинно знаходитися на 10-20 см нижче вихідної труби.

6. ОРГАНІЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА РОБІТ З ВІДНОВЛЕННЯ МАСИВУ ЗРОШЕННЯ

Виробництво робіт з реконструкції зрошувальної мережі буде проводитись на землях колишнього колгоспу ім. Леніна, а нині СТОВ «Вікторія» Дніпровського району. Центральна садиба господарства знаходиться в с. Широке, яке знаходиться за 54 км. від обласного центру м.Дніпро. Поруч з масивом проходить автодорога Дніпро – Нікополь. В районі проєктування добре розвинута мережа автомобільних шляхів місцевого значення з твердим покриттям.

Район відновлення характеризується сільськогосподарським виробництвом. Промисловість зосереджена в містах Нікополь, Запоріжжя, Марганець, Дніпро та ін.

Промислові матеріали для відновлення (збірний залізобетон, цемент, пісок, металеві вироби та ін.) використовуються як місцевого виробництва, так і завозяться з сусідніх міст.

6.1. Розрахунок обсягів земляних і монтажних робіт

Від правильності визначення об'ємів земляних робіт значною мірою залежить вартість відновлення. Перед початком відновлення слід визначити обсяги робіт, які займають багато часу для їх виконання.

При реконструюванні зрошувальної системи по трасі трубопроводу виконують зрізку рослинного ґрунту на всю глибину рослинного шару

$$V_{p.z.} = L_{mp.} \cdot B_{p.z.} \cdot t_{p.z.} \quad (6.1)$$

де $V_{p.z.}$ - об'єм зрізки рослинного ґрунту, м³;

$L_{mp.}$ - довжина трубопроводу, м; $B_{p.z.}$ - ширина смуги зрізки рослинного ґрунту, м; $t_{p.z.}$ - товщина шару зрізки рослинного ґрунту, м.

З метою дотримання проєктного похилу на зрошувальній системі виконується планування поверхні траншеї на площі

$$F_n = L_{mp} \cdot B_{o.б.}, \quad (6.2)$$

де $B_{o.б.}$ - ширина відвалу бульдозера, 3-4 м.

Об'єм розробки ґрунту в траншеї складає

$$V_m = (B_m + mH_m) \cdot H_m \cdot L_{mp}, \quad (6.3)$$

де V_m - об'єм розробки ґрунтів траншеї, m^3 ; B_m - ширина траншеї по дну, м;

$$B_m = D_{\tau} + 0,8, \quad (6.4)$$

$$B_m = 0,5 + 0,8 = 1,3 \text{ м.}$$

H_m - глибина траншеї, м;

$$H_m = D_{\tau} + h_{пр}, \quad (6.5)$$

$$H_m = 0,5 + 1,1 = 1,6 \text{ м.}$$

m - коефіцієнт закладення укосу приймаємо по СНиП 3.02.01-87, $m = 0,5$.

В траншеї виконують котловани під колодязі об'ємом, що приймають у розмірі 3% від об'єму розробки ґрунту. Об'єм гравійно-піщаного зворотного фільтру визначають за формулою

$$V_{\phi} = L_{тр} \cdot B_{\phi} \cdot H_{\phi}, \quad (6.6)$$

де B_{ϕ} , H_{ϕ} – відповідно ширина і товщина шару фільтра;

Загальний об'єм зрізки рослинного ґрунту, планування траси траншеї дренажу та розробки ґрунту в траншеї виконують за формулами (6.1, 6.3, 6.6).

Для укладки труб на непорушений ґрунт, ґрунт на дні траншеї розробляють вручну

$$V_p = L_{mp} \cdot B_{mp} \cdot t_{руч}, \quad (6.7)$$

де $L_{тр}$ – загальна довжина траншеї під зрошувальний трубопровід;

$B_{тр}$ – ширина траншеї по дну; $t_{руч}$ - шар ґрунту, що розробляють вручну.

Об'єм ґрунту, що розробляє екскаватор, складає

$$V_{\text{екс}} = V_m - V_{\text{руч}}, \quad (6.8)$$

де $V_{\text{тр}}$ – загальний об’єм ґрунту розробки в траншеї.

У траншеї зрошувального трубопроводу розробляються прямки під стики труб та котловини під колодязі.

При будівництві дренажу виконують зрізку рослинного ґрунту на всю глибину рослинного шару за формулою (6.1).

Для забезпечення проєктного похилу на дренажній траншеї виконується планування поверхні траншеї на площі за формулою (6.2).

Розразунок об’ємів земляних робіт по реконструкції зрошувальної мережі і дренажу виконують у табличній формі (табл. 6.1-6.2).

6.2. Вибір комплекту будівельних машин

Для відновлення зрошувальної мережі необхідно використовувати будівельні машини, для виконання технологічних процесів. Для цього необхідно вибрати комплект машин за робочими параметрами, використовуючи літературні джерела [7, 8, 16]. Кількість типів машин у комплекті повинна бути мінімальною. В якості комплектуючих машин необхідно приймати машини, що можуть виконувати декілька будівельних операцій.

Вибір способу проведення робіт виконують шляхом порівняння техніко-економічних показників не менше ніж у 2-х комплектах машин. У нашому випадку приймається 2 комплекта машин.

Таблиця 6.1 - Відомість об'ємів земляних і монтажних робіт з реконструкції зрошувального трубопроводу

Найменування будівельного процесу	Од.ви- мірю- вання	Кількість по трубопроводам												Всього
		1-Кр	1-Кр	1-Кр	1-Кр	1-Кр	1-Кр	1-Кр	1-Кр.1	1-Кр.2	1-Кр.3	1-Кр.4	1-Кр.5	
Зрізка рослинного шару ґрунту з траси трубопроводу	М ³	1920	2600	1872	2616	2568	2840	2480	2596	2660	2744	2656	2652	30204
Планування траси траншеї під похил 0,001	М ²	1440	1950	1404	1962	1926	2130	1860	1947	1995	2058	1992	1989	22653
Об'єм розробки ґрунту в траншеї, всього	М ³	686	930	562	785	636	634	496	519	532	549	531	530	7389
Розробка гр. в траншеї екскаватором	М ³	674	913	552	772	626	625	490	513	525	542	525	524	7280
Розробка гр. в траншеї вручну	М ³	12	16	9	13	10	9	6	6	7	7	7	7	109
Об'єм розробки ґрунту в котлованах під колодязі	М ³	21	28	17	24	19	19	15	16	16	16	16	16	222
Об'єм розробки ґрунту в прямках під стики труб	М ³	7	9	6	8	6	6	5	5	5	5	5	5	74
Монтаж поліетиленових труб діаметром 500 мм	М	480	650											1130
діаметром 400 мм	М			468	654									1122
діаметром 300 мм	М					642								642
діаметром 250 мм	М						710							710
діаметром 200 мм	М							620	649	665	686	664	663	3947
Монтаж оглядових колодязів	ШТ	1	1	1	1		1		1		1		1	8
Монтаж скидних колодязів	ШТ					1	1	1	1		1		1	6
Монтаж засувок	ШТ		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11
Монтаж гідрантів	ШТ	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
Монтаж вантузів	ШТ	1	1	1	1	1	1		1	1	1			9
Монтаж зворотніх клапанів	ШТ	1	1			1		1	1		1			6
Часткова засипка траншеї ґрунтом	М ³	7	10	6	8	7	7	5	5	6	6	6	6	77
Повна засипка траншеї ґрунтом	М ³	706,7	957	578,2	808	654,4	652,4	510,7	534,6	547,7	565	546,9	546,1	7608
Поновлення рослинного шару	М ³	1920	2600	1872	2616	2568	2840	2480	2596	2660	2744	2656	2652	30204

Таблиця 6.2 - Відомість об'ємів земляних і монтажних робіт з будівництва дренажу

Назва будівельного процесу	Од. вимір.	Дрена		
		Др.-1	Др.-2	Всього
Зрізка рослинного шару з траси трубопроводу	м ³	4430	3480	7910
Планування траси траншеї під похил 0,001	м ²	11075	8700	19775
Укладка труб ПВХ екскаватором ЕТЦ-406	м	2215	1740	3955
Розробка ґрунту в котлованах під колодязі	м ³	3	0	3
Зварювання поліетиленових труб діаметром 100 (мм) терморезисторним апаратом	м	2215	1740	3955
Монтаж скидних колодязів	шт	1	0	1
Монтаж гирлових споруд	шт	1	1	2
Повна засипка траншеї ґрунтом	м ³	3046	2393	5438
Поновлення рослинного шару	м ³	4430	3480	7910

Найменші приведені витрати дають змогу вибрати комплект машин. Для цього розраховують собівартість виконання механізованих робіт по одному комплекту, а потім по другому. Приведемо цей розрахунок у табличній формі (табл.6.3).

Таблиця 6.3 – Розрахунок приведених затрат по комплектам машин

Марка машини	Собівартість роботи, грн.	Балансова вартість машини, грн.	Кількість роботи, машини, змін		Приведена балансова вартість, грн.	Величина приведених витрат, грн.
			на об'єкті	за рік		
Перший комплект						
ДЗ-146	916,6	7000	23,2	315,0	67,6	925,8
ДЗ-146	122,4	7000	3,1	315,0	1,2	123,6
Е-504	6047,8	21000	86,9	300,0	1751,7	6410,6
Е-504	250,8	21000	3,6	300,0	3,0	265,8
К-46	2146,3	12000	33,0	300,0	236,4	2189,3
К-46	556,8	12000	8,6	300,0	15,9	567,9
ЕТЦ-406	1446,6	14000	17,8	300,0	85,9	1461,1
ДЗ-146	475,9	7000	12,1	315,0	18,2	480,6
ДЗ-146	3518,2	7000	89,2	315,0	996,3	3553,4
						22864,9
Другий комплект						
ДЗ-8	1483,6	9000	25,6	315,0	120,5	1498,5
ДЗ-8	221,7	9000	3,8	315,0	2,7	223,9
ЕО-3311	5172,7	30000	63,7	300,0	1098,4	5483,0
ЕО-3311	214,3	30000	2,6	300,0	1,9	227,2
КС-1562	2682,9	16000	33,0	300,0	295,5	2736,6
КС-1562	696,0	16000	8,6	300,0	19,9	709,9
ЕТЦ-406	1446,6	14000	17,8	300,0	85,9	1461,1
ДЗ-8	776,5	9000	13,4	315,0	33,0	784,2
ДЗ-8	5885,9	9000	101,5	315,0	1896,2	5944,7
						27677,6

В графу 1 записують усі механізовані роботи у технологічній послідовності. Дані для граф 2 і 3 приймаємо дані з табл. 6.1-6.2. У графу 4 заносять тип та марку машини.

Продуктивність за зміну P_p (графа 5) машини визначають за формулою

$$\dot{I}_{\text{д.м}} = V_{\text{ЕНиР}} \cdot 8,0 / I_{\text{ад}}, \quad (6.9)$$

де $V_{\text{ЕНиР}}$ - одиниця об'єму робіт; $N_{\text{ар}}$ - норма машинного часу на виконання одиниці об'єму роботи по ЕНиР; 8,0 – тривалість зміни в годинах.

Показники в графі 6 визначаються відношенням об'єму роботи до продуктивності за зміну.

Собівартість механізованих робіт розраховують множенням вартості всього об'єму робіт на коефіцієнт 1,16, що враховує накладні витрати. У графу 10 записують параграф ЕНиР, по якому принята норма часу на виконання одиниці об'єму роботи.

Після розрахунку собівартості виконання механізованих робіт за двома комплектами машин, визначають приведені витрати при виконанні робіт, що віднесені до року роботи машин. Розрахунок приведених витрат виконуємо в табличній формі (табл. 6.3) по першому, а потім по другому комплекту машин у такій же послідовності.

Так як приведені затрати по 1-шому комплекту машин (22864,9 грн.) менше приведенних затрат по 2-ому комплекту машин (27677,6 грн.), для будівництва масиву зрошення приймаємо перший комплект машин, в склад якої входять бульдозер ДЗ-146, екскаватор Е-504, кран К-46, екскаватор – дренаукладчик ЕТЦ-406.

6.3. Розрахунок складу комплексної бригади будівельників

При проведенні запланованих видів робіт необхідно визначити склад комплексної бригади, яка складається зі спеціалізованих ланок робітників різних професій. У таких ланках практикується суміщення професій, тобто виконання одним робітником двох-трьох видів робіт, що скорочує простої і

терміни виконання будівництва. Визначення складу комплексної бригади розпочинають із складання калькуляції трудовитрат (табл. 6.4) по всіх видах робіт, що виконуються при реконструкції.

Таблиця заповнюється послідовно. В графу 1 записують параграф ЕНиР, по якому приймають норму часу і склад бригади. У графі 2 указують усі види будівельних робіт у послідовності їх виконання. У графу 3, 4 заносять обчислені обсяги робіт в одиницях виміру, прийнятих по ЕниР [8]. Вихідні дані для граф 5, 6, 7 приймають по ЕНиР на відповідні види робіт. Трудовитрати Q_v (чол.-год.) на виконання відповідних видів будівельних робіт (гр.8) визначають за формулою

$$Q_v = \frac{V \cdot H_{\text{op}} \cdot n}{V_{\text{ЕНиР}} \cdot 8,0}, \quad (6.10)$$

де V – об'єм відповідного виду роботи; H_{op} – норма часу на виконання одиниці об'єму робіт; $V_{\text{ЕНиР}}$ – об'єму робіт по ЕНиР; 8,0 – тривалість зміни, ч.

Таблиця 6.4 - Калькуляція трудових витрат на реконструкцію споруд масиву

Обгрунтування	Найменування робіт	Од. вим	Кількість	Склад ланки		Норма часу, год	Трудовит. на весь об'єм, чол.-дн.
				проф., розр.	кіл. чол.		
1	2	3	4	5	6	7	8

Зрошувальна мережа

E2-1-22	Зрізка рослинного шару ґрунту з траси трубопроводу	100 м ³	302,04	машиніст, 6 розряду	1	0,5	18,4
E2-1-35	Планування траси траншеї під похил 0,001	1000 м ²	2265,3	машиніст, 6 розряду	1	0,21	0,6
E2-1-33	Розробка гр. в траншеї екскаватором	100 м ³	7280	машиніст, 6 розряду	1	2,6	23,1
E2-1-47	Розробка гр. в траншеї вручну	1м3	109	Землекоп 2 розряду	2	1,3	34,5

Продовження таблиці 6.4

1	2	3	4	5	6	7	8
E2-1-11	Розробка ґрунту в котлованах під колодязі	100 м ³	222	машиніст, 6 розряду	1	2,8	0,8
E2-1-50	Розробка ґрунту в прямках під стики труб	1м ³	74	Землекоп 2 розряду	2	1,9	34,2
E9-2-6	Укладання поліетиленових труб діаметром 500 мм	1м	1130	Монтажник 4,3,2 разр.	4	0,2	110,2
E9-2-6	діаметром 400 мм	1м	1122	Монтажник 4,3,2 разр.	4	0,17	93,0
	діаметром 300 мм	1м	642	Монтажник 4,3,2 разр.	4	0,13	40,7
	діаметром 250 мм	1м	710	Монтажник 4,3,2 разр.	4	0,08	27,7
	діаметром 200 мм	1м	3947	Монтажник 4,3,2 разр.	3	0,35	505,4
E9-2-23	Монтаж оглядових колодязів	1шт	8	Монтажник 4,3,2 разр.	4	7,8	30,4
E9-2-33	Монтаж скидних колодязів	1шт	6	Монтажник 4,3,2 разр.	4	7,8	22,8
E9-2-16	Монтаж засувок	1шт	11	Монтажник 4,3,5 разр.	3	6,2	25,0
E9-2-10	Монтаж гідрантів	1шт	12	Монтажник 4,3,2 разр.	3	3,2	14,0
E9-2-19	Монтаж вантузів	1шт	9	Монтажник 4 разр.	1	1,1	1,2
E9-2-17	Монтаж зворотніх клапанів	1шт	6	Монтажник 4,3 разр.	2	0,91	1,3
E2-1-58	Часткова засипка траншеї ґрунтом	1м ³	77	Землекоп 2 розряду	2	0,86	16,1
E2-2-16	Попереднє гідравлічне випробування	100 м	7551	Монтажник 4,3 разр.	2	0,16	2,9
E2-1-34	Повна засипка траншеї ґрунтом	100 м ³	7608	машиніст, 6 розряду	1	0,38	3,5
E2-2-16	Гідравлічне випробування	100 м	75,51	Монтажник 4,3 разр.	2	0,24	4,4
B12-1-8	Поновлення рослинного шару	100 м ³	30204	машиніст, 6 розряду	1	0,655	24,1

Продовження таблиці 6.4

1	2	3	4	5	6	7	8
	<i>Дренаж</i>						
E2-1-22	Зрізка рослинного шару з траси трубопроводу	100 м ³	7910	машиніст, 6 розряду	1	0,5	4,8
E2-1-35	Планування траси траншеї під похил 0,001	1000 м ²	1977 5	машиніст, 6 розряду	1	0,21	0,5
E2-1-51	Укладка труб ПВХ екскаватором ЕТЦ-406	10 м	3955	машиніст, 6 розряду	1	0,37	17,8
E2-1-11	Розробка ґрунту в котлованах під колодязі	100 м ³	3	машиніст, 6 розряду	1	2,8	0,01
E2-1-54	Зварювання труб ПВХ діаметром (мм)	100 м	3955	Монтажник 4,3 разр.	2	1,85	7,9
E9-2-3	Монтаж скидних колодязів	1 шт	1	Монтажник 4,3,2 разр.	4	7,8	3,8
E9-2-29	Монтаж гирлових споруд	1 шт	2	Монтажник 4,3 разр.	2	3,2	1,6
E2-1-34	Повна засипка траншеї ґрунтом	100 м ³	5438	машиніст, 6 розряду	1	0,38	2,5
B12-1-8	Поновлення рослинного шару	100 м ³	7910	машиніст, 6 розряду	1	0,65	6,3
Всього							1100,3

Для розрахунку складу комплексної бригади (табл. 6.5) всі процеси об'єднують по можливості їх використання одним видом машин або робітниками одного фаху (бульдозерні, екскаваторні, монтажні та ін.). При виконанні робіт враховують зростання продуктивності праці на 10–15% - для механізованих та 5–8% - для ручних робіт. У зв'язку з епізодичною участю кранів у нормативних процесах робота машиністів кранів нормами не передбачена.

Табл. 6.5 заповнена в такому порядку. В графу 1 записують процеси, що виконуються одним видом машин, або робітниками одного фаху. У графу 2

записують суму трудовитрат з графі 8 (табл. 6.5) за роботами, виконаних одним типом машин або робітниками одного фаху.

Прийняті трудовитрати (графа 3) визначають множенням показників графі 2 на коефіцієнт, що враховує ріст продуктивності праці: для механізованих робіт 0,85 – 0,9, для ручних 0,92 – 0,95. Прийнятий коефіцієнт у процентному вираженні записують у графу 4.

Тривалість виконання робіт (графа 7) визначають за формулою

$$T = \frac{Q_n}{n_p \cdot A_p}, \quad (6.11)$$

де Q_n - прийняті трудовитрати, чол.-год.; n_p - кількість робітників зайнятих виконанням об'єднаного будівельного процесу; A – кількість змін на добу.

В графі 2, 3, 6, 7 підраховують результати, що записують окремим рядком.

Таблиця 6.5 - Розрахунок складу комплексної бригади

Об'єднаний будівельний процес	Трудовитрати, чол.-дн.		Підвищ. прод. праці, %	Склад ланки		Тривалість роб, днів
	згідно норми	прийнято		професія	кількість	
Бульдозерні роботи	143,2	128,9	10	Машиніст, 6 розряду	2	64,4
Екскаваторні роботи	42,2	38,0	10	Машиніст, 6 розряду	2	19,0
Монтажні роботи	1485,8	1381,8	7	Монтажник 4,3,2 розр.	5	230,3
Ручні земляні роботи	96,4	93,6	3	Землекоп 2 розряду	5	23,4
Всього	1767,7	1642,3			14,0	337,1

Як показує розрахунок, комплексна бригада складається з робітників таких фахів: машиніст 6 розряду – 2 чол.; монтажник 4 розряду – 2 чол.; монтажник 3 розряду – 2 чол.; монтажник 2 розряду – 3 чол.; землекоп 2 розряду – 5 чол. Всього 14 чол.

6.4. Технологія виробництва робіт при реконструкції зрошувальної мережі

Технологія робіт при реконструкції зрошувальних мереж передбачає професійний рівень виконання і дотримання правил техніки безпеки. Для своєчасного і якісного виробництва будівельних робіт при реконструкції зрошувальних мереж необхідно розробити технологію робіт і порядок їх виконання. Технічні карти або схеми надають методичну підтримку будівельним організаціям при розробці проєктної та технічної документації.

Згідно з чинним законодавством, для проведення робіт з монтажу системи зрошення потрібно свідоцтво про допуск. Відповідно до вимог до видачі сертифікатів, що забезпечують виконання робіт, працівник повинен мати вищу або середню професійну освіту в галузі будівництва та стаж роботи не менше 5 років за фахом. Забезпечення безпеки робіт до інженерно-технічних працівників вимагає, отримання вищої освіти за будь-якою зі спеціальностей, таких як промислове цивільне будівництво, гідротехніка, водопостачання та каналізація. Обов'язковою вимогою для отримання допуску є наявність приладів та обладнання, необхідних для безпечного виконання робіт.

Технічна схема в будівництві регламентує правила виконання будівельних робіт і технологічних процесів, підбір необхідної технічної допомоги. Порядок будівельних робіт при будівництві зрошувальної мережі наступний: зрізання рослинного ґрунту з траси траншеї, планування траншей під заданий ухил, розробка ґрунту в траншеї вручну екскаватором, розробка ґрунту для колодязів і стиків труб, монтаж і укладання поліетиленових труб, установка колодязів і запірної арматури. Після цього проводяться попередні випробування, а після часткового заповнення - остаточні випробування. Потім, після установки плунжерів і зворотних клапанів, відновлюється рослинний шар і планується поверхню ґрунту.

Дані для тимчасової основи, змінні характеристики та обґрунтування приймаються за ЕНІР. Перед початком влаштування траншеї проводиться розбивка обладнання по осях і ділянках траншеї, кордонів відвалу, зонам переміщення механізму і складування матеріалів. Поперечний переріз розділяється кілочками через кожні 50 м на прямій ділянці траси трубопроводу і через 20 м на вигнутому ділянці. Вісь траншеї перекривається віхами висотою 2-2,5 м. на відстані 0,5 м від краю траншеї, через 50 м, встановлюються стаціонарні приціли з робочими відмітками і глибиною розробки [17, 20].

Ширина траншеї для укладання труб встановлюється проєктом в залежності від діаметра трубопроводу, матеріалу, способу укладання і конструкції стиків. Мінімальна ширина траншеї відповідно до правил техніки безпеки приймається рівною 0,7 м.

Розміри котловану призначаються в залежності від типу, розміру і способу стикування труби: глибина 0,2~0,7 м, довжина 0,3-1 м, ширина дорівнює ширині траншеї.

Траншеї глибиною до 1,5 м і шириною до 1,2 м слід відривати екскаватором, оснащеним пристроєм для укладання фрагментів труб, і ямками на стиках труб. Траншеї глибиною більше 1,5 м розриваються одноковшевим екскаватором з робочим пристроєм, зворотним екскаватором з ємністю ковша 0,4-0,65 м³.

Траншеї глибиною до 1,5 м зазвичай розробляються з вертикальними стінками і ухилами глибиною 1,5-2,5 м, $m = 0,5$. При влаштуванні траншеї відвал мінерального ґрунту розташовується з одного боку, зазвичай з боку височини, а відвал рослинного ґрунту - з іншого боку, щоб запобігти потраплянню поверхневих вод в траншею.

Після закінчення робіт в траншеї підготуйте підставу з труб і котлованів, а перед укладанням труб майстер або геодезист перевіряє позначки на дні, схилах траншеї і якість ґрунту основи. Приймання земляних робіт здійснюється за актами на приховані роботи за участю представників замовників. Відхилення

нижньої позначки від проєктної позначки після завершення допускається не більше ніж на ± 5 см [10, 11].

Перед монтажем трубопроводу перша вкладена труба повинна спертися і встановити фіксований упор на початку ділянки трубопроводу, який згодом може бути використаний при гідравлічному випробуванні трубопроводу. Прокладку трубопроводу слід починати в тому районі, де розташований існуючий напірний трубопровід або джерело водопостачання, перш за все, щоб викорчувати перші вкладені труби для тестування наступного ділянки прокладки, який опускається з урахуванням конфігурації труби і є найбільш віддаленим.

Монтаж поліетиленових труб в трубопровід полягає в проведенні таких технічних операцій. Підготовка труб до зварювання, зварювання поліетиленових труб і фітінгів, укладання поліетиленового джгута в траншею, установка фітінгів, монтаж сталевих арматури, монтаж з'єднань трубопроводу. Грунтом засипають пазухи і після цього заповнюють по довжині всього трубопроводу. Для з'єднання поліетиленових труб \varnothing 225-500 мм використовується зварювальний апарат SSPT-400m/Sspt-500e. Охолодження зварних з'єднань повинно бути природним.

Поліетиленові труби зварюються при температурах від 200 до 3000С. Для зварювання поліетиленової труби, відведення, трійника, втулки використовують той же апарат.

6.5. Календарне планування відновлення

Календарний план - це проєктний документ, що встановлює порядки і терміни зведення об'єктів або комплексів споруд зрошуваного масиву. Вихідними даними для його створення є креслення споруд і інформація про обсяги будівельних робіт. При розробці календарного плану будуть зрозумілі наступні питання:

- 1) Раціоналізація технічної послідовності виробництва різних робіт;

- 2) Кількість робочих механізму та обслуговуючого персоналу для кожного виду ремонтних робіт;
- 3) Тривалість роботи окремого процесу (робочий день і календарний день);
- 4) Рівномірність розподілу робіт за часом в графічній частині плану;
- 5) Потреба в робітниках і графік використання будівельної техніки при будівництві іригаційних споруд;
- 6) Техніко-економічні показники календарного планування.

Календарний план виробництва будівельних робіт складається на міліметровому папері за формою, встановленою СНиПЗ.01.01-85, і заповнюється в такому порядку.

У стовпці 1 вводять назву об'єкта зрошувальної системи, який будується. У стовпці 2 записуються вид ремонтних робіт в Технічному завданні, період ліквідації і невідомі роботи. У 3-4 стовпцях записуються дані з таблиці 6.5. Тип і виробник машини (колонка 5) визначаються виходячи з оптимального набору машин. Кількість змін верстата по нормі (графік 7) розраховується з точністю 4,01 від розподілу обсягу роботи по відношенню до змін продуктивності (Графік 6). Кількість допустимих змін агрегата (стовпець 8) визначається шляхом множення кількості змін агрегата на норму (стовпець 7) на коефіцієнт 0,85-0,9 з урахуванням збільшення продуктивності праці.

Кількість працюючих машин (стовпець 9) виходить в кількості 1-2, виходячи з тривалості роботи. Для ручної роботи прочерк ставиться в стовпцях 5-9. Дані на графіках 10-13 отримані відповідно до таблиці 6.5. Залежно від обсягу робіт – 1,2, ручних - 1, для механізованих робіт використовується кількість змін за 1 день (стовпець 14). Кількість людей за 1 день (стовпець 11) визначається шляхом множення даних у стовпці 6 (Таблиця 6.5) на кількість змін (стовпець 14) та кількість техніки (стовпець 9).

Для того щоб визначити тривалість експлуатації машин і механізмів в днях для виконання конкретного механізованого процесу (стовпець 15), необхідно розділити трудомісткість, прийняту в маш.зміні (стовпець 8), на

кількість змін за 1 день (стовпець 14), а при визначенні тривалості ручного процесу необхідно прийняти трудомісткість людина–часу (стовпець 13), розділену на кількість робочих змін за 1 день і кількість працівників (стовпець 11).

Тривалість процесу в календарних днях (стовпець 16) визначається шляхом множення робочого дня (стовпець 15) на коефіцієнт 1,35 з урахуванням вихідних і святкових днів з точністю до 0,5 або цілого числа.

Після замовлення розрахункової частини календарного плану за основними видами робіт сума визначається відповідно до графів 11-16. Згідно з відповідними стовпцями, з розрахованої суми розраховуються числові дані за підготовчий період (10%), нерозрахункові роботи (3%) і період ліквідації (5%), введені у відповідні стовпці.

Крайній термін виконання робіт викреслюється в календарному плані горизонтальною лінією довжиною, що дорівнює робочому періоду в календарних днях за прийнятою шкалою, а робота в 2 зміни представлена 2 лініями. Кількість працівників, зайнятих у цьому процесі, приймається відповідно до графі 11 і вказується над рядком. При розробці графічної частини плану необхідно дотримуватися наступних основних принципів ув'язки і об'єднання робіт:

- Роботи повинні плануватися в строгому технічному порядку виконання в натуральному вираженні;
- Технологічно не пов'язані роботи повинні плануватися паралельно і послідовно і з'єднуватися технологічно послідовно;
- Забезпечити рівномірне використання трудових ресурсів, так як відповідно до графіка бригада робітників рівномірно переміщається з одного місця на інше без перерв і дотримується загальне забезпечення ремонтних робіт.

Порядок календарного графіка перевіряється шляхом побудови графіка потреби в працівниках відповідно до нього. Це повинно бути максимально рівномірним. Робочий період на щоденній основі відкладається по горизонталі, а кількість працівників прийнятого розміру відкладається по вертикалі. Графік

будується шляхом підсумовування кількості працівників за всіма видами робіт за кожен день. Техніко-економічні показники календарного плану виконуються на одному листі.

Для цього роблять розрахунки показників календарного плану.

1. Підвищення продуктивності

$$P = \frac{Q_n - Q_{пл}}{Q_n} \cdot 100\%, \quad (6.12)$$

де Q_n – трудовитрати по нормі;

$Q_{пл}$ – трудовитрати по плану.

2. Виконання норм виробки

$$B = \frac{Q_n}{Q_{пл}} \cdot 100\%. \quad (6.13)$$

3. Питомі витрати

$$q = \frac{Q_{пл}}{F_{нт}}, \frac{\text{чел.дн}}{\text{га}}, \quad (6.14)$$

де $F_{нт}$ – зрошувана площа нетто, га.

4. Питомі капіталовкладення

$$c = \frac{C}{F_{нт}}, \frac{\text{тис.грн.}}{\text{га}},$$

(6.15)

де C – кошторисна вартість відновлення, тис.грн.

6.6. Кошторисна вартість відновлення

Кошторисна вартість відновлення є відпускнуою вартістю об'єкту і визначається складанням:

- локального кошторису на демонтаж зрошувального трубопроводу (форма 4);
- локального кошторису на будівництво дренажу (форма 4);
- локального кошторису на будівництво зрошувальної мережі(форма 4);

- локального кошторису на придбання дощувальних машин (форма 5);
- об'єктного кошторису на будівництво масиву зрошення (форма 2);
- зведеного кошторису на будівництво зрошувальної системи, (форма 1);

Зведений кошторисний розрахунок складається на підставі об'єктного кошторису і містить 12 розділів. Всі кошториси зведені в додатку В.

Об'єктний кошторис складають на основі локальних кошторисів, кожний з яких є окремим рядком об'єктного кошторису.

Локальні кошториси розбляють за формою 4 на основі відомостей об'ємів робіт. Кошторисні вартості складають по формам з використанням ЕРЕР-8, ЕРУ-93, прейскурантів та цін на будівельні матеріали і конструкції.

Розрахунок локальних, об'єктних та зведеного кошторисів ведуть у табличній формі.

7. ОЦІНКА ВПЛИВУ ЗРОШУВАНОВОГО МАСИВУ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ

Охорона природних ресурсів та їх раціональне використання в сучасних умовах набули особливого економічного і соціального значення і стали однією з найважливіших національних завдань, від вирішення якої залежить благополуччя сучасного і майбутніх поколінь. Зрошуваний масив впливає на ґрунтовий покрив, поверхневі і підземні води в процесі його відновлення і подальшої експлуатації. Вплив на компоненти навколишнього середовища характеризується масштабом, інтенсивністю, динамізмом і тривалістю.

7.1. Оцінка впливу зрошення на ґрунтовий покрив масиву

Серед ґрунтів зрошуваних територій звичайні малогумусні, пилові, твердосуглинисті чорноземи поширені на лісових масивах (73% від загальної площі) і помірно крутих (до 0,01) схилах вододілів.

В ході робіт відбуваються екзогенні процеси і явища геологічного і неорганічного походження.

Оцінка впливу прогнозованої діяльності на геологічне середовище:

- Розробка ґрунту в зоні аерації при прокладанні траншей для трубопроводів;

- Зміни поверхні і рельєфу в області будівництва об'єктів;

Оцінка впливу планованих заходів на земельні ресурси і ґрунт:

- Видалення і відновлення ґрунтових і рослинних шарів,

- Розробка ґрунту в зоні аерації,

- Прискорене видалення корисних біогенних органічних і мінеральних речовин за рахунок більш інтенсивного сільськогосподарського виробництва на зрошуваних територіях з підвищенням врожайності,

- можливість вторинного засолення, засолення ґрунту через підйому мінералізованих ґрунтових вод під впливом зрошення на критичну глибину (на ділянках з глибиною залягання ґрунтових вод до 3 м);;

- Зрошення сільськогосподарських культур слабомінералізованою водою.

Вплив прогнозованої діяльності на земельні ресурси в межах виділеної території є тимчасовим і не поширюється на прилеглі території. Таким чином, реалізація проєкту не становить загрози земельним ресурсам і ґрунті в районі планованої діяльності.

Для захисту ґрунтового покриву проєктом передбачено:

1. Роздільна розробка рослинного і мінерального ґрунту при виконанні земляних робіт по влаштуванню траншеї під трубопроводи, колектори і дрени з складуванням їх у тимчасові відвали і наступною рекультивацією.

Масштаб впливу	- 7,24 га, 30,204 тис. м ³ ;
Інтенсивність впливу	- 0,45 га/міс; 1,89 тис. м ³ /міс;
Динамічність впливу	- стабільно на період відновлення;
Тривалість впливу	- на період відновлення 16 місяців.

2. Для захисту від ерозійного розмиву при зрошенні проєктом передбачається:

- поливні машини Ottech з низькою інтенсивністю дощу 0,12 мм/хв;
- науково-обґрунтовані поливні норми ув'язані з водоутримуючою здатністю ґрунтів і швидкістю всмоктування ($m = 300 - 450 \text{ м}^3/\text{га}$).
- Для боротьби з ущільненням поверхні ґрунту та виникнення ґрунтової корки. Режим зрошення ув'язано з агротехнічними заходами – культивация.
- Для попередження вторинного засолення, осолонцювання ґрунтів на ділянках з заляганням рівня ґрунтових вод до 7 м проєктом передбачено будівництво закритого горизонтального дренажу довжиною 3955 м та на площі 59,3 га.

Масштаб впливу	- на всій площі зрошення;
----------------	---------------------------

Інтенсивність впливу	- до 0,32 мм/хв; 400 м ³ /га;
Динамічність впливу	- в теплий період року на період експлуатації;
Тривалість впливу	- постійно на період експлуатації.

7.2. Оцінка впливу на поверхневі води

Найближчою акваторією до зрошуваного масиву є Дніпровське водосховище [6, 10, 18]. Відтік поверхневих і дренажних вод з зрошувального масиву здійснюється в яружно-балкову систему, а потім у водосховище. Вплив на водне середовище під час передбачуваної діяльності, включаючи пов'язані з цим симптоми надмірного споживання води і елементи водної ерозії, для зрошення сільськогосподарських культур, нові передові технології, методи і, крім того, проєктований струмоприймач і дренажна система проєктованого ділянки зрошення повинні ефективно забезпечувати їх рівень на хороших глибинах.

Масштаб впливу	- 1750 м протиерозійних валів;
Інтенсивність впливу	- до 0,2 мм/хв;
Динамічність впливу	- в теплий період року на період експлуатації;
Тривалість впливу	- постійно на період експлуатації.

На поверхневі води здійснює вплив підвищена концентрація виносу біогенних речовин з поверхневим та дренажним стоком.

Річний винос азоту поверхневим стоком розраховують за формулою

$$B_N^{\alpha} = w(R_3 \cdot N + 0,002 \cdot N_o + 0,66 \cdot N_n + N_g) + Y \cdot (R_3 \cdot N_y + 0,0002 \cdot N_o + 0,007 \cdot N_g), \quad (7.1)$$

де w – коефіцієнт, що характеризує частину виносу азоту поверхневим стоком з поверхні орного шару ґрунту; Y – коефіцієнт, що характеризує частину виносу азоту в орному шарі ґрунту; N_b – валове утримування азоту в орному шарі ґрунту; R_3 – коефіцієнт, що характеризує кількість азоту в орному шарі фіксованого ґрунтом і засвоєного ґрунтовими мікроорганізмами з азотних

добрив, значення R_3 в залежності від виду добрив дорівнює для аміачної селітри – 0,65.

Коефіцієнти w і Y обчислюють для різних ґрунтів в залежності від розміру річного шару стоку (h_0). У нашому випадку для чорноземів звичайних w становить $2,8 \cdot 10^{-5}$, а $Y = 6,0 \cdot 10^{-3}$.

$$B_N^\alpha = 2,8 \cdot 10^{-5} (0,65 \cdot 90 + 0,002 \cdot 100000 + 0,66 \cdot 161 + 4713) + 6,0 \cdot 10^{-3} (0,02 \cdot 90 + 0,0002 \cdot 100000 + 0,007 \cdot 161) = 0,6 \text{ кг/га.}$$

Кількісний склад нітратів і амонійного азоту в поверхневому стоці для розрахункових гідрологічних періодів встановлюють за формулами

$$C_{NO}^{ПС} = (4,5 \cdot 10^3 \cdot B_N^{ПС} \cdot \alpha \cdot \Phi) / W^{ПС}, \quad (7.2)$$

$$C_{NH4}^{ПС} = (1,28 \cdot 10^3 \cdot B_N^{\delta} \cdot \beta \cdot \Phi) / W^{ПС}, \quad (7.3)$$

де $C_{NO}^{ПС}$ і $C_{NH4}^{ПС}$ - концентрація нітратів і амонійного азоту в поверхневому стоку за розрахунковий гідрологічний період, м³/га; $W^{ПС}$ – об'єм поверхневого стоку за розрахунковий період, м³/га.

Для розрахунку цих концентрацій використовують такі значення $W^{ПС}$: об'єми річного поверхневого стоку 10%-ної забезпеченості; $\alpha = 0,86$; $\delta = 1,67$; $\beta = 0,14$.

$$C_{NO}^{ПС} = (4,5 \cdot 10^3 \cdot 0,58 \cdot 0,86 \cdot 1,67) / 200 = 18,6 \text{ мг/л.}$$

$$C_{NH4}^{ПС} = (1,28 \cdot 10^3 \cdot 0,58 \cdot 0,14 \cdot 1,67) / 200 = 0,83 \text{ мг/л.}$$

З відновлюваних земель поверхневим стоком калій виноситься у розчиненому і сорбованому вигляді. При цьому величина його виносу за рік в кг/га визначають по залежності

$$B_N^\alpha = w(0,2K_y + 0,0012K_o + 0,008K_e) + Y[(0,2K_y + 0,0012K_o + 0,008K_e)0,018], \quad (7.5)$$

де K_y – норма внесення мінеральних калійних добрив, кг/га, $K_y = 45$ кг/га; K_o – норма внесення органічних добрив, кг/га, $K_o = 10$ тис.кг/га; K_b - валове утримання калію у орному шарі ґрунту кг/га; $K_b = 52000$ кг/га.

$$B_N^{\alpha} = 2,8 \cdot 10^{-5} (0,2 \cdot 45 + 0,0012 \cdot 10000 + 0,008 \cdot 52000) + \\ + 6,0 \cdot 10^3 [(0,2 \cdot 45 + 0,0012 \cdot 10000 + 0,008 \cdot 52000)0,018] = 5,2 \text{ кг / га.}$$

Концентрація калію в поверхневому стоці оцінюють по об'єму (W^{PC}):
річного стоку 10%-ної забезпеченості

$$C_k^{PC} = (B_k^{PC} \cdot 10^3 \cdot \Phi) / W^{PC}, \quad (7.6)$$

$$C_k^{PC} = (5,2 \cdot 10^3 \cdot 1,67) / 200 = 12,7 \text{ мг / л.}$$

Річний винос фосфору, сорбованого твердим стоком, визначають по формулі

$$B_p^{PC} = w(n_z P_y + n_3 P_o + n_i P_n + P_b) \quad (7.7)$$

де P_y – норма внесення фосфорних добрив по діючій речовині, кг/га; $P_y = 45$ кг/га; P_o - норма внесення органічних добрив, кг/га; $P_o = 10000$ кг/га; P_n – утримання рухомого фосфору в орному шарі ґрунту, кг/га; $P_o = 520$ кг/га; P_b – валове утримання фосфору у орному шарі, кг/га; $P_b = 6500$ кг/га; n_z – коефіцієнт, що характеризує остаточну кількість фосфору після виносу його з мінеральних добрив врожаєм культур, $n_z = 0,8$; n_3 – коефіцієнт, що характеризує остаточну кількість фосфору після виносу його з органічних добрив врожаєм культур, $n_3 = 0,0014$; n_i – коефіцієнт, що характеризує остаточну кількість фосфору після виносу його з ґрунту врожаєм культур, $n_i = 0,85$.

$$B_p^{PC} = 2,8 \cdot 10^{-5} (0,8 \cdot 45 + 0,0014 \cdot 10000 + 0,85 \cdot 520 + 6500) = 0,70 \text{ кг / га.}$$

Концентрацію фосфору в поверхневому стоці для розрахункових гідрологічних періодів визначають за формулою

$$C_p^{PC} = (B_p^{PC} \cdot 10^3 \cdot \Phi) / W^{PC}, \quad (7.8)$$

$$C_k^{ПС} = (0,79 \cdot 10^3 \cdot 1,67) / 200 = 1,58 \text{ мг/л.}$$

Після проведення вище складених розрахунків можна порівняти ГДК виносу забруднюючих речовин поверхневим стоком з допустимими їх значеннями. По нормі: $\text{NO}_3 = 40$ мг/л, $\text{NH}_4 = 0,5$ мг/л, $\text{P} = 3,5$ мг/л, $\text{K} = 50$ мг/л. В проєкті $\text{NO}_3 = 18,6$ мг/л, $\text{NH}_4 = 0,83$ мг/л, $\text{P} = 1,58$ мг/л, $\text{K} = 12,7$ мг/л. Отже, як видно тільки вміст NH_4 перевищує допустиме значення, а величини інших показників знаходяться в допустимих межах. Тобто забруднення не відбувається.

Водоохоронні заходи повинні бути спрямовані на зниження концентрації речовин у водних об'єктах, що відводяться зі звалищ, відповідно до вимог "Правил охорони поверхневих вод від забруднення стічними водами".

При проєктуванні водоохоронних заходів особлива увага приділяється організаційним, економічним і агротехнічним заходам безпосередньо на території водозбору.

Меліоративні заходи зводяться до забезпечення правильної технології регулювання водного режиму і загальноприйнятої технології забезпечення необхідного рівня функціонування меліоративної системи. Гідротехнічні споруди проєктуються відповідно до нормативних вимог, коли всі перераховані вище заходи не можуть забезпечити скидання стічних вод.

Організаційні, економічні та водогосподарські заходи включають:

1. Дотримання правил транспортування, зберігання та внесення добрив і пестицидів.
2. Виключення мінеральних добрив із використання.
3. Заборона на використання добрив по сніговому покриву.
4. Дотримання норм внесення добрив і пестицидів і рівномірний їх розподіл по площі сільськогосподарських угідь.
5. Поєднання хімічної обробки сільськогосподарських культур з агротехнічними та біологічними методами боротьби зі шкідниками та бур'янами.

6. Використання пестицидів згідно з переліком хімічних і біологічних засобів боротьби зі шкідниками, хворобами рослин і бур'янами, дозволених до застосування в сільському господарстві "Державним комітетом з хімічних засобів боротьби при Міністерстві сільського господарства і продовольства України" з відповідними доповненнями на цей рік.

Агротехнічні заходи по внесенню мінеральних добрив включають:

1. Застосування оптимальних доз з урахуванням виду і планованого врожаю, вмісту поживних речовин в ґрунті, а також їх використання добривами і рослинами з ґрунту.
2. Внесення фосфорно-калійних добрив під озиму культуру, становить не більше 65% від загальної норми.
3. Внесення азотних добрив навесні в поєднанні з коткуванням на глибину культивуації.
4. Використання азотних добрив в мінімальній дозованій формі.

Агрохімічні заходи при застосуванні агрохімікатів включають:

1. Визначення необхідності хімічної обробки, встановлення мінімальної дози споживання пестицидів та оптимальних термінів обробки сільськогосподарських культур.
2. Використання гранульованих форм ґрунтових пестицидів для забезпечення стабільної концентрації препаратів і зниження ймовірності їх вимивання через поверхневого стоку.
3. Застосування пестицидів короткочасної дії.

Заходи захисту стічних вод включають наступне:

1. Систематичний догляд за каналом, уникаючи при цьому використання арбоцидів і гербіцидів.
2. Збереження дренажних смуг шириною не менше 1,0 м уздовж основного каналу
3. Обробіток земель паралельно прибережній зоні водойм з відмовою від пасовищ.

Основними лісогосподарськими заходами є створення прибережних водоохоронних зон.

7.3. Вплив на ґрунтові води

На масиві зрошення найближчим від поверхні горизонтом ґрунтових вод є горизонт четвертинних відкладень. Відкладення четвертинної системи вкривають всю територію досліджен, середня потужність їх 6,0 – 16,0 м. Гідрохімічна характеристика ґрунтових вод: величина мінералізація змінюється від 0,3 – 0,8 до 14 г/л з переважним значенням 5 – 10 г/л; тип мінералізації сульфатно-хлоридно-натрієвий, сульфатно-гідрокарбонатний. Розмір загальної шорсткості від 0 – 12 до 100 – 152 мг/екв.л. Вода жорстка та дуже жорстка.

На ґрунтові води має вплив втрати поливної води через фільтрацію, що призводить до підйому ґрунтових вод з інтенсивністю 0,3 м/рік. Для стабілізації і недопущення підйому ґрунтових вод до критичних глибин проектом передбачається влаштування закритого горизонтального дренажу.

Масштаб впливу	- на понижених ділянках площею 17,9 га;
Інтенсивність впливу	- до 0,3 мм/рік;
Динамічність впливу	- в теплий період року на період експлуатації;
Тривалість впливу	- постійно на період експлуатації.

8. ОХОРОНА ПРАЦІ І БЕЗПЕКА ПРИ ВИРОБНИЦТВІ БУДІВЕЛЬНИХ РОБІТ

Робота з охорони праці регламентується великою кількістю різних положень, законодавчих актів, стандартів безпеки, правил, інструкцій, санітарних норм та ін. Створення здорових та безпечних умов праці на виробництві потребує чіткої організації роботи з охорони праці, постійного контролю за виконанням намічених заходів з техніки безпеки і виробничої санітарії, а також за дотриманням усіма працівниками вимог з техніки безпеки і гігієни праці.

8.1. Навчання у виді інструктажів з охорони праці

Одним з основних засад державної політики в галузі охорони праці є навчання та систематичне підвищення рівня знань населення України про рівень знань працівників та питання охорони праці [13, 14, 23].

Процедури і види навчання, інструктажів і перевірок знань з питань охорони праці для всіх співробітників встановлені DNAOP0.00-4.12-99 "Типовими правилами навчання з охорони праці".

Навчання і перевірка знань з охорони праці працівників здійснюється в ході навчання, перепідготовки, придбання нової професії та підвищення кваліфікації.

Підготовка працівників до робіт підвищеного ризику і тих, хто зайнятий на роботах, що вимагають професійного відбору, здійснюється тільки в навчальних закладах.

На робочому місці ці працівники проходять спеціальне навчання і перевірку знань з охорони праці, в залежності від особливостей виробництва, з

урахуванням вимог стандартів і правил охорони праці для певних робіт, де небезпека зростає, але не рідше 1 разу на рік. Всі співробітники проходять таке навчання і перевірку знань, включаючи інженерно-технічних працівників, зайнятих на вищевказаних роботах.

Співробітники проходять навчання і перевірку знань з питань охорони праці в комісії, створеної відповідно до типових положень, до складу якої входять представники відповідного державного нагляду та інспекції з охорони праці, регулярно і один раз в три роки, перш ніж приступити до виконання своїх обов'язків.

Перші заступники або заступники керівників центральних і місцевих органів державної виконавчої влади, об'єднань підприємств, створених за галузевим принципом, фахівці служб охорони праці, члени комісії з перевірки знань з охорони праці цих установ, а також викладачі з охорони праці вищих навчальних закладів проходять навчання і перевірку знань з охорони праці науково-інформаційного та навчального центру Держнаглядохоронпраці. Це гарна ідея. Інші посадові особи проходять підготовку в навчальних закладах, які отримали дозвіл Держнаглядохоронпраці на проведення цієї роботи.

Допуск до роботи осіб, які не пройшли навчання, інструктаж і тестування з охорони праці, заборонений.

Інструктажі з охорони праці по суті поділяються на тимчасові, Вступні, первинні, повторювані, незаплановані та цільові.

Вступний інструктаж проводиться з усіма вступниками на роботу, які є співробітниками Служби охорони праці підприємства або організації, відповідно до програми, прописаної в типових положеннях, які реєструються в журналі інструктажу і в трудовому документі працівника.

Перший інструктаж проводиться бригадиром, начальником цеху, відповідальним за охорону праці, зі співробітником, що надійшли на роботу, безпосередньо на робочому місці. Зміст даного виду інструктажу полягає у встановленні правил безпечної роботи [3, 24].

Повторювані інструкції щодо змісту та організації подібні до основних. Частота виконання робіт залежить від ступеня небезпеки виконуваної роботи.

У разі нещасного випадку, зміни технічних процесів, установки нового обладнання, змін в законодавчих або нормативних документах з охорони праці проводиться позаплановий інструктаж.

Цільовий інструктаж проводиться безпосередньо перед виконанням роботи, що характеризується підвищеним ризиком, або під час виконання цілих і рази роботи, яка, як правило, не виконується працівником.

Всі види інструктажів, за винятком вступного, проводяться безпосереднім керівником співробітника і фіксуються в зареєстрованому журналі інструктажу з охорони праці структурного підрозділу.

Відповідальність за організацію навчання з охорони праці на підприємстві покладається на його власників, а структурних підрозділів - на керівників цих підрозділів. Керівництво своєчасним проведенням навчання здійснюється співробітниками, на яких покладено ці обов'язки з боку служби охорони праці або власника підприємства.

8.2. Безпека праці при проведенні земляних і вантажопідйомних робіт

Порядок організації земляних робіт встановлено відповідними нормативними документами Міністерства регіонального будівництва України (наприклад, Розділ 15 ДБН Б).2.5-20-2001 " житлове та будівельне інженерне обладнання. Зовнішні мережі та об'єкти газопостачання"), а кошторисні розрахунки - ДБН Д.2.4-1-2000...

Даним проектом передбачена розробка котлованів і траншей великої глибини, краще це робити на схилах без кріплень. При розробці ґрунту з ухилом необхідно спочатку визначити крутизну схилу, яка забезпечить безпеку розробки цього ґрунту, а потім вибрати спосіб формування схилу. Крутизна схилу в поглибленні залежить від типу ґрунту, ступеня вологості і її пухкості, а також глибини виїмки і характеру ґрунту і визначається кутом між напрямком

нахилу і горизонталлю. Загальновідомо, що ґрунт, в залежності від його фізико-механічних властивостей, ділиться на зв'язковий (суглинок, глина) і розсічений (супісок і супіщаний суглинок). В останньому відсутня сила зчеплення, яка потенційно може викликати небезпеку – можливість обвалення ґрунту.

Бурові роботи в області підземних комунікацій дозволені тільки з письмового дозволу організації, відповідальної за експлуатацію цих комунікацій. Ґрунт поблизу трас електричних проводів і підземних комунікацій розробляється вручну лопатою.

Дуже важливим моментом в організації безпечного буріння є правильний підбір елементів шельфу і крутизни схилу. Встановлення безпечної висоти уступів, крутизни укосів і найбільш зручною ширини виїмки - важливе питання точності, від якого залежать ефективність і безпеку бурових робіт.

Всі земляні роботи, що виконуються одноковшевим екскаватором, діляться на 2 групи: без транспортування і транспортувальні.

Схема без транспортування-це схема, при якій екскаватор розробляє ґрунт і складає його в відвал (насип), Кавальєр або ґрунтову споруду. У схемі видобутку корисних копалин без простого транспортування ґрунт поміщається в відвал або Кавальєр без подальшої перевалки (реевакуації), в той час як в тимчасовому (первинному) відвалі він може бути складним і підлягати часткової або повної реевакуації.

Схема робіт залежить від деталей конструкції. При будівництві об'єктів водного господарства популярні схеми без транспорту.

Розробка ґрунту одноковшевим екскаватором здійснюється шляхом проходки. Кількість прохідницьких частин, поверхонь і їх параметри можуть бути визначені для кожного конкретного об'єкта відповідно до параметрів земляних робіт (згідно з робочими кресленнями) і оптимальними робочими габаритами екскаваторного пристрою.

Розробка ґрунту здійснюється фронтальним або поперечним прохідницьким способом. Під час фронтального осідання екскаватор, вісь

переміщення якого збігається з віссю структури ґрунту або розташована в зоні його поперечного перерізу, розробляє 3 укусу котловану - 2 бічних і 1 торцевої.

Існує 2 типи бічної проходки: закрита (рис. 8.1, а, б), коли вісь ходу робочого органу розташована збоку від установки (забійний станок, 3 нахилу - 2 бічних і торцевої), і відкрита (рис. 8.1, а, б), вісь ходу робочого агрегату розташована збоку екскаватора (свердлильний верстат, 3 нахилу - 2 бічних і торцевої), і відкритої (рис. 8.1, а, б), вісь ходу станини екскаватора розташована збоку екскаватора (забійна машина, 3 ухилу - 2 бічних і торцевої). 8.2, в), коли екскаватор рухається вздовж смуги і розробляє 2 ухилу (бічні і кромки).

Параметри проходки і поверхні повинні забезпечувати можливість експлуатації ковша з найменшими витратами часу на завершення циклу земляних робіт. Для цього візьміть ширину проникаючої частини (поверхні) таким чином, щоб екскаватор міг працювати при середньому куті повороту не більше 70°. Глибина (висота) поверхні-довжина ґрунтової крихти, необхідна для заповнення ковша "під зав'язку" як мінімум за 1 крок вичерпування (копання). Довжина проходу-враховуйте кількість переходів екскаватора з найменшим можливим забоем. Ухил проходки передбачений таким чином, щоб запобігти приплив і накопичення ґрунтових і поверхневих вод.

У природному ґрунті, де відсутні ґрунтові води і який розташований поблизу підземних споруд, розробка заглиблень з вертикальними стінками, які не прикріплені, може здійснюватися на наступні глибини. 1 м - піщані Гірські та гравійні ґрунти; 1,25 м - супіщані; 1,5 м - суглинні та глинисті; 2 м - особливо щільні некаменисті ґрунти.

Якщо глибина виїмки перевищує 5 м, розраховується крутизна схилу. Крутизна схилу котловану в глинистому ґрунті, затопленому дощовою, Сніговою (талюю) водою, повинна бути зменшена до кута природного схилу α_{30} , який зазвичай становить 35-35 для супіска 0,40, суглинку та глини 40. Слід систематично контролювати стан укусу котловану, досліджуючи ґрунт перед початком робіт.

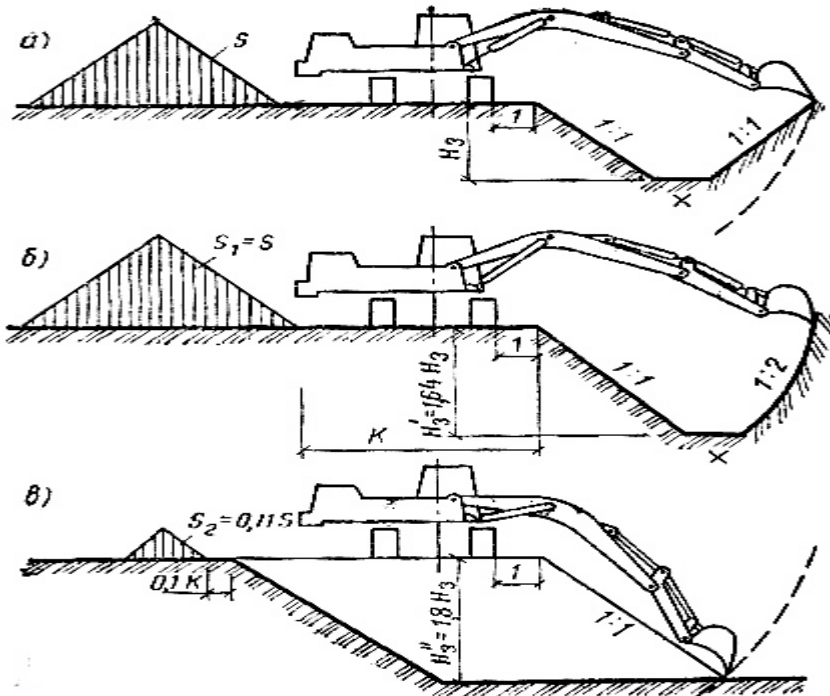


Рисунок 8.1 - Схема розробки виїмок екскаватором, обладнаним зворотною

ЛОПАТОЮ: а - бічною закритою проходкою і однакою крутизною укосів; б - те ж, з різною крутизною укосів; в - бічною відкритою проходкою

Мінімальна відстань від поворотної частини платформи (задньої частини ковшової платформи) до самоскида на робочому місці екскаватора, в будівлі або опорі має становити не менше $d=1$ м (рис.8.2, а). Мінімальна відстань до схилу визначається прямою лінією, перпендикулярною схилу.

Мінімальна відстань D від осі ходу екскаватора до підшви котловану або укосу відвалу (рис. 8.1, б) залежить від радіуса повороту задньої частини платформи r , допустимого кута нахилу відвалу i і висоти частини платформи. платформа h_3

$$D = r + \text{tg} \theta h_3$$

Так, наприклад, при крутизні укосу відвала від 1 : 0,5 до 1 : 1,2 величина D змінюється для екскаваторів:

Э-1252Б - 4,1...3,6 м; ЕО-4321А, ЕО-4123А-3,5...2,8 м; ЕО-4121А, ЕО-4121Б - 4.3 м; ЕО-5122А, ЕО-5123 - 4,1...3,1 м.

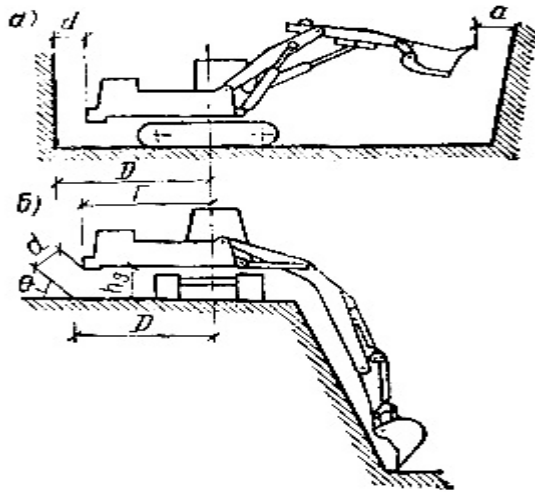


Рисунок 8.2 - Визначення мінімальної допустимої відстані:

а - між екскаватором і будовами; б - між екскаватором і відвалом

Мінімальна відстань від обертової частини платформи (задньої частини ковшової платформи) до самоскида робочого місця екскаватора, будівлі або опори має становити не менше $d=1$ м (рисунок.8.2, а). Мінімальна відстань до градієнта визначається прямою лінією, перпендикулярною градієнту.

Мінімальна відстань D від осі ходу екскаватора до дна котловану або нахилу відвалу (рис. 1). 1).8.2 б) залежить від радіуса повороту задньої частини платформи r , допустимого кута нахилу відвалу і висоти частини платформи.

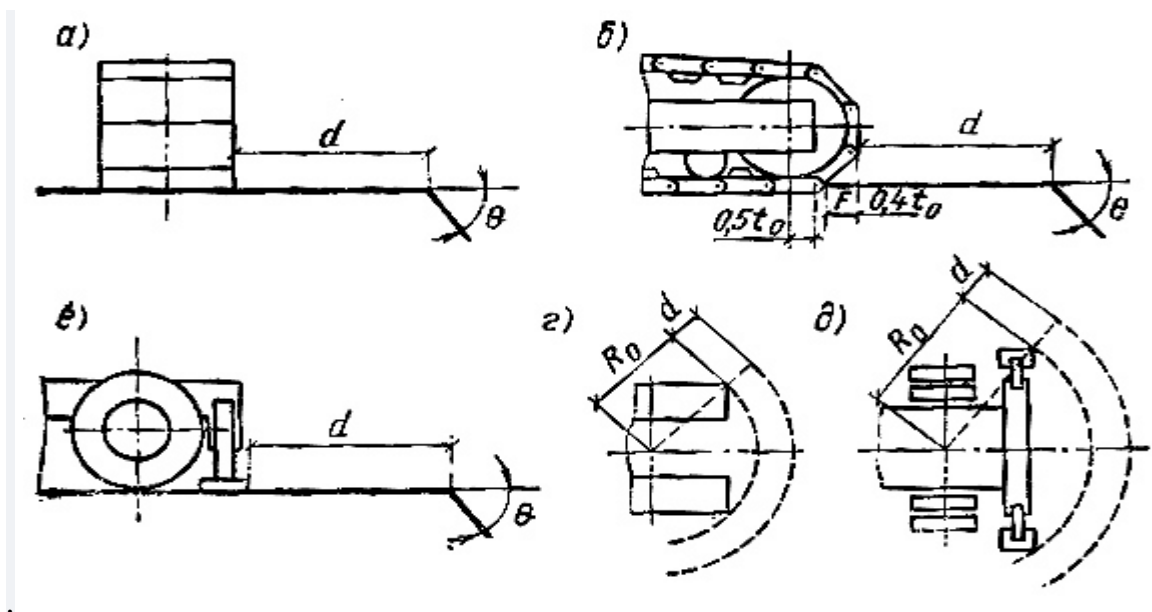


Рисунок 8.3 - Визначення мінімальне допустимої відстані від верхньої брівки

укоосу до опор екскаватора: а - гусениця екскаватора розташована паралельно укоосу; б - те ж, перпендикулярно укоосу; в - відлік відстані від черевика виносної опори до брівки; г - схема відліку для гусеничного екскаватора; д - те ж, для пневматичного екскаватора

Якщо гусениця встановлена перпендикулярно схилу (для переднього краю схилу на робочому місці), то відстань від опори екскаватора до краю схилу слід розраховувати виходячи з точки F (рис. 1).8.3, б) і $d+0.4t_0=110,115$ см (t_0 - довжина ланки доріжки). Для екскаваторів з виносними опорами відстань від опори до краю укоосу визначається відповідно до малюнком 1. При визначенні розмірів поперечної проходки мінімальна відстань від опори екскаватора до верхнього краю укоосу показано на малюнку 8.3, В.It встановлюється відповідно до. 8.3, d, D.

Якщо екскаватор встановлений поблизу краю схилу, існує ризик того, що схил обвалиться, зісковзне або перекине екскаватор. У зв'язку з цим ремінь безпеки залишається уздовж верхнього краю схилу, який називається запобіжним бальзамом. Ширина захисної огорожі визначає мінімальну відстань, яку транспортний засіб, землерийна або інша техніка проїде від краю схилу. Його розмір залежить в першу чергу від висоти схилу і характеристик ґрунту.

Підйомний кран повинен експлуатуватися в суворій відповідності з інструкціями виробника, правилами монтажу і безпечної експлуатації підйомного крана (машини).

До роботи допускаються тільки технічно ремонтпридатні підйомні механізми, а їх рухомі частини повинні мати огорожі в місцях, де до них можуть отримати доступ люди. Самохідні транспортні засоби оснащені системами звукової та світлової сигналізації. При підготовці обладнання до роботи в нічний час перевіряється справність електричного освітлення. Робоче місце оператора верстата повинно забезпечувати зручність і безпеку роботи. У кабіні повинні бути аптечка першої допомоги, термос і вогнегасник [17].

Оператор машини, якому виповнилося не менше 18 років, що пройшов медичний огляд і має відповідні документи на право керування машиною, несе відповідальність за керування сміттєзбиральною та будівельною технікою.

Перед початком роботи водій зобов'язаний ретельно оглянути машину і усунути виявлені дефекти. Особливу увагу слід звернути на стан захисту всіх рухомих частин і фіксації робочого органу.

Заправка автомобіля проводиться закритим способом. При цьому Куріння заборонено. Перед запуском машини необхідно перевірити положення важеля перемикачів передач. Він повинен знаходитися в "нейтральному" положенні. Перед початком руху водій повинен подати звуковий сигнал і переконатися, що поруч з автомобілем немає людей.

Безпечна зона визначається залежно від робочого місця. Безпечна зона екскаватора при роботі за боєм дорівнює окружності, описуваної максимальним радіусом буріння при невеликому нахилі стріли, плюс відстань до перетину поверхні екскаватора і напрямку кута природного нахилу ґрунту. Зони безпеки бульдозерів, скреперів і грейдерів відповідають зонам, відведеним для роботи і маневрування. В інструкціях для водія будь-якої машини необхідно вказати безпечну зону робочого місця. Безпечна зона обгороджена добре видимими знаками безпеки і, в деяких випадках, звуковими сигналами. Відповідальність за визначення розміру безпечної зони та встановлення огорожі покладається на керівника ділянки, який керує будівельною технікою та керує роботами.

Стропальник повинен мати відповідний сертифікат на право роботи з краном. Кранові бригади, які не пройшли сертифікацію або у яких закінчився термін регулярної перевірки знань, не зможуть працювати з краном і обслуговувати його. Під час експлуатації крана члени кранової бригади не мають права відволікатися від своїх обов'язків.

8.3. Розрахунок стійкості крана

Безпечна робота підйомного механізму при проведенні монтажних робіт забезпечується правильним підбором параметрів крана і їх стійкістю.

При розрахунку крана виділяється стійкість вантажу. Тобто стійкість крана від впливу корисного навантаження в разі можливого перекидання в сторону

стріли і вантажу, а також в сторону самого себе, тобто стійкість крана від відсутності корисного навантаження і противаги.

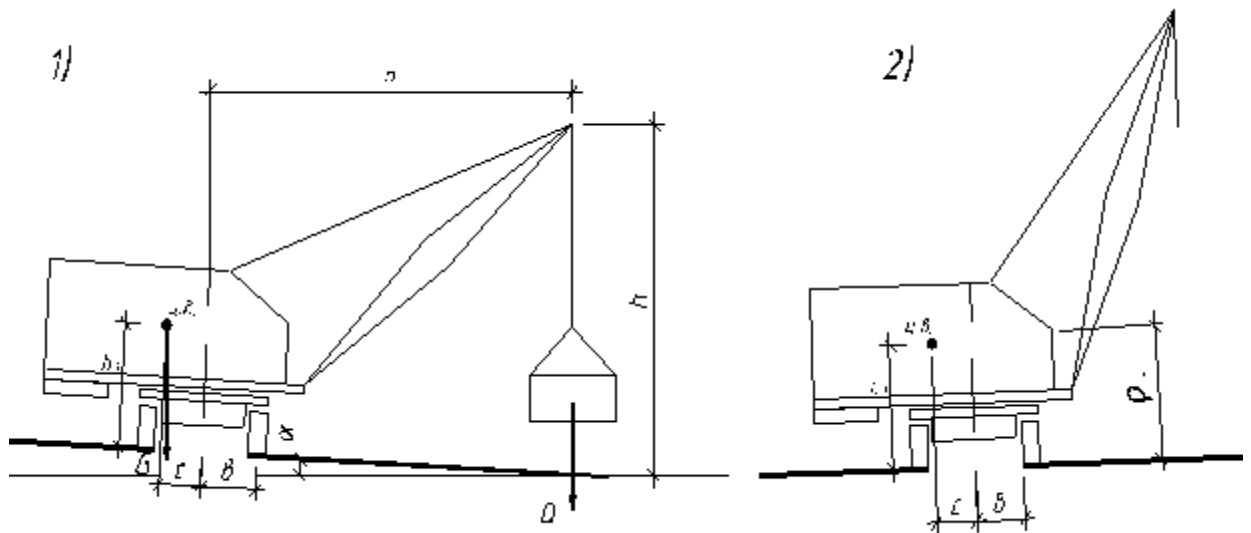


Рисунок 8.4 - Розрахункова схема стійкості самохідного крана з вантажем (1) і без вантажу (2)

Робоча вантажна стійкість в самохідного крана забезпечується при умові

$$\kappa_1 \cdot M_2 \leq M_n \quad (8.1)$$

де κ_1 – коефіцієнт вантажної стійкості, що приймається для горизонтальної відстані рівним без врахування додаткових навантажень 1,4, а при наявності додаткових навантажень (від вітру, інерційних сил) і впливу найбільш допустимого ухилу шляху 1,15 (приймаємо $\kappa_1=1,15$); M_2 – момент, що створюється робочим вантажем відносно ребра перекидання, Н•м; M_n – момент усіх інших (основних та додаткових) навантажень, що діють на кран відносно того ж ребра з врахуванням найбільш допустимого ухилу шляху, Н•м.

Розрахунковий вантажний момент визначається за формулою

$$M_2 = Q(a - e), \quad (8.2)$$

де Q – маса найбільшого робочого вантажу на майданчику, Н
 $Q = 2600 \cdot 9,81 = 25506 \text{ Н}$, 2600 – вага ферми і траверси, a – відстань від осі обертання крана до центра ваги робочого вантажу ($a = 25$ м) підвішеного до

крюка стріли, при установці крана на горизонтальній площині; e – відстань від осі обертання до ребра перекидання ($e=1,25$ м).

$$M_z = 25506 \cdot (25 - 1,25) = 605758 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Утримуючий момент, який щойно виникає від дії основних та допоміжних навантажень

$$M_x = M'_e - M_y - M_{\text{ц.с.}} - M_u - M_e, \quad (8.3)$$

де M'_e – відновлюючий момент від дії власної ваги крану,
 $M'_e = G(e + c) \cos \alpha = 665118 \cdot (1,25 + 1,1) \cdot \cos 3^\circ = 1560885 \text{ Н} \cdot \text{м}$,

де G – вага крану, $G = 67800 \cdot 9,81 = 665118 \text{ Н}$; c – відстань від осі обертання крану до його центра ваги, $c = 1,1$ м; α – кут нахилу шляху крану (для рухомих стрілових кранів) $\alpha = 3^\circ$; M_y – момент, який виникає від дії власної ваги крану при ухилі шляху

$$M_y = G \cdot h_1 \cdot \sin \alpha = 665118 \cdot 1,85 \cdot \sin 3^\circ = 64398 \text{ Н} \cdot \text{м}, \quad (8.4)$$

де h_1 – відстань від центру тяги крану до площі, що проходить через крапки опорного контуру, м; $M_{\text{ц.с.}}$ – момент від дії відцентрових сил:

$$M_{\text{ц.с.}} = Q \cdot n^2 \cdot a \cdot h / (900 - n^2 \cdot H) = 25506 \cdot 0,5^2 \cdot 25 \cdot 13,35 / (900 - 0,5^2 \cdot 11,25) = 2372 \text{ Н} \cdot \text{м}, \quad (8.5)$$

де n – частота обертання крана навколо вертикальної вісі, хв^{-1} ; h – відстань від оголовка стріли до площини, що проходить через точки опорного контуру, м; H – відстань від оголовка стріли до центра ваги підвішеного вантажу; M_e – вітровий момент

$$M_e = M_{e,x} + M_{e,z} = W_x \rho + W_r \rho_1 = 250 \cdot 1,85 + 50 \cdot 13,35 = 1130 \text{ Н} \cdot \text{м}, \quad (8.6)$$

де $M_{e,k}$ – момент від дії вітрового навантаження на підвішений вантаж; W_k – вітрове навантаження, діюче паралельно площині, на якій встановлено кран, на навітряну площину крану, Па; W_r – вітрове навантаження, діюче паралельно площині, на якій встановлено кран, на навітряну площину вантажу, Па; $\rho = h_1$ та $\rho_1 = h$ – відстань від площини, що проходить через точки опорного контуру, до центру прикладення вітрового навантаження, м; приймаємо для самохідних

кранів $W_k = 250$ Па, (вітрове навантаження прикладене в центрі ваги крану); $W_r = 50$ Па. Момент від інерційних сил при гальмуванні вантажу, що опускається

$$M_x = Qv(a - e) / gt = 25506 \cdot 1,5 \cdot (25 - 1,25) / (9,81 \cdot 5) = 18525 \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (8.7)$$

Тоді утримуючий момент, який виникає від дії основних і допоміжних навантажень

$$M_x = 1560885 - 64398 - 2372 - 1130 - 18525 = 1474460 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Коефіцієнт власної стійкості крану, що не призначений для переміщення з вантажем, визначаємо по формулі

$$K_1 = \frac{M_x}{M_2} \geq 1,5 \quad (8.8)$$

$$K_1 = \frac{1474460}{605758} = 2,4 > 1,5$$

Отже, вантажна стійкість обраного для розрахунку крану КС-7471 забезпечується.

Стійкість передвижних стрілових кранів без вантажу визначається рівнем власної стійкості

$$K_2 \cdot M_o \leq M_y \quad (8.9)$$

де K_2 – коефіцієнт власної стійкості, тобто коефіцієнт стійкості без робочого вантажу, в бік, протилежний напрямку стріли; M_o – момент, який створюється вітровим навантаженням, Н·м; M_y – крутний момент, який виникає від власної ваги крану при ухилі шляху, Н·м. Показник власної стійкості, тобто коефіцієнт стійкості без робочого вантажу, в бік, протилежний стрілі

$$K_2 = G[(e - c) \cos \alpha - h_1 \cdot \sin \alpha] / (W_2 \cdot \rho_2) \geq 1,5 \quad (8.10)$$

де W_2 – навантаження від дії вітру, що діє паралельно площині, на якій встановлено кран, в підвітряній площині крану за робочого стану, Па; ρ_2 – відстань між площинами, що проходить через точки опорного контуру до центру прикладення вітрового навантаження, м.

$$K_2 = 665118 \cdot [(1,25 - 1,1) \cos 3^\circ - 1,85 \cdot \sin 3^\circ] / (3,1 \cdot 3,9 \cdot 350 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1,85) = 3,8 > 1,5$$

Таким чином, проектну власну стійкість крана забезпечено.

9. ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВІДНОВЛЕННЯ ЗРОШЕННЯ

9.1. Вибір найбільш економічного комплекту будівельних машин

Для того щоб вибрати найбільш економічний комплект будівельної техніки за робочими параметрами, складені 2 комплекти машин і механізмів, що забезпечують повне виконання будівельних робіт [28, 29].

Спочатку розраховується власне вартість механізованих робіт для кожного комплекту механізмів, використовуючи розрахунковий обсяг робіт (табл.6.2) і вартість роботи однієї машинної зміни на об'єкті.

Після розрахунку вартості робіт визначаються питомі затрати, вартість приведена до одного року експлуатації механізмів, для кожного комплекту машин становляють за формулою

$$Z_{np} = \sum C_i + E_i \sum \left(\Phi_i \cdot \frac{T_{0i}}{T_{\tau i}} \right), \quad (9.1)$$

де $\sum C_i$ - собівартість роботи виконаної i -тою машиною;

E_i – показник економічної ефективності i -тою машиною, $E=0,12$;

Φ_i – повна балансова ціна i -тої машини;

T_{0i} – кількість робочих змін i -тої машини на об'єкті;

$T_{\tau i}$ – число робочих змін машини за рік.

Розрахунок сказаних приведених затрат по обох комплектах машин виконаний у розділ 6.2 розрахунково-пояснювальної записки.

З виконаного розрахунку бачимо, що приведені витрати по першому комплекту машин 22864,9 грн. менше приведених затрат по другому комплекту. Вибираємо перший комплект машин у який входять: бульдозер ДЗ-146, дреноукладчик ЕТЦ-406, екскаватор Е-504, кран К-46.

9.2. Визначення потрібних коштів і капіталовкладень у відновлення зрошення

Сума капітальних вкладень для відновлення працездатності зрошувальної системи була визначена в розрахунку і пояснювальній записці в розділі 6.6. Орієнтовна вартість склала 16 346 179 грн.

При розрахунку капітальних вкладень складається Локальний кошторис на виконання робіт (форма 3) і придбання дощувальних машин (форма 5), об'єктний кошторис на будівництво іригаційних споруд (форма 2) і зведений кошторис (форма 1).

При складанні локального кошторису розраховуються прямі витрати на будівельні роботи і вартість будівельних матеріалів, накладні витрати на обслуговування лінійних пристроїв, запланована економія за рахунок переваг будівельної організації.

На основі локальних кошторисів складається об'єктний кошторис, в ньому враховуються витрати пов'язані з особливостями району відновлення іригації.

Сума кошторису об'єкта стала головною підставою для розрахунку зведеного кошторису, який складається з 12 розділів, з урахуванням витрат, пов'язаних з відновленням зрошеного масиву.

Отримана сума капіталовкладень використовувалась в проєкті у подальшому розрахунку економічних показників.

9.3. Визначення техніко-економічних показників

Рівень механізації характеризують витратою живої праці, та є відношенням кількості робітників, зайнятих механізованою працею до загального їх числа на будівництві [8]

$$Y_{p.mex.praци} = \left(\frac{H_{mex}}{H_{zag.}} \right) \cdot 100\%, \quad (9.2)$$

де H_{mex} – кількість робітників зайнятих на механізованих роботах.

$$O_{\text{д.іао. іаао}} = \left(\frac{9}{14} \right) \cdot 100\% = 64,2\%.$$

Відсотковий рівень механоозброєності будівельного процесу представляє виражене у процентах відношення вартості машинного парку до річного об'єму робіт, які виконали ці машини

$$Y_{p.mex.буд-ва} = \left(\frac{S_{маш.}}{Q_{буд.монт.роб.рік}} \right) \cdot 100\%, \quad (9.3)$$

де $S_{маш.}$ - повна вартість машин;

$Q_{буд.}$ – річний об'єм будівельних і монтажних робіт.

$$Y_{p.mex.буд-ва} = \left(\frac{2105,8}{3133,7} \right) \cdot 100\% = 67,2\%.$$

Рівень механоозброєності визначається як відношення вартості машин на одного списочного робітника

$$Y_{p.mz.praци} = \frac{S_{маш.}}{H}, \quad (9.4)$$

$$Y_{p.mz.praци} = \frac{2105,8}{39} = 54 \text{ тис.грн./ люд.}$$

Показник енергоозброєності праці – це потужність електродвигунів у кіловатах, яка відноситься до середньої кількості працівників

$$E_{н.озбр} = \frac{\sum N_{маш.}}{H_{ср.}}, \quad (9.5)$$

$$E_{н.озбр} = \frac{820}{14} = 58,6 \text{ кВт / люд.}$$

Рівень продуктивності праці у грошовому виразі обчислюється виробітком будівельної продукції по кошторисній вартості на одного робітника

$$Y_{р.пр.} = \frac{Q_{с-м.}}{T}, \quad (9.6)$$

$$Y_{р.пр.} = \frac{16346179}{14} = 1167,6 \text{ тис.грн. / люд.}$$

Проектний рівень продуктивності праці у вартісному вираженні із розрахунку на 1 люд. день при тривалості будівництва в 495 доби дорівнює

$$Y_{р.пр.} = \frac{6845850}{495} = 13830 \text{ грн. / люд.день.}$$

Проектний рівень рентабельності обчислюють як частку від річного прибутку підприємства до об'єму його основних фондів і нормування оборотних засобів

$$Y_p = \frac{D}{S_{осн.ф.} + S_{об.з.}} \cdot 100\%, \quad (9.7)$$

де D – річний прибуток господарства;

$S_{осн.ф.}$ – вартість основних виробничих фондів, тис.грн.;

$S_{об.з.}$ – вартість оборотних засобів, тис.грн.

$$Y_p = \frac{527,4}{4519,2} \cdot 100\% = 11,6\%.$$

Отримані проектні техніко-економічні показники вказують на доцільність відновлення зрошування в СТОВ «Вікторія» Дніпровського району Дніпропетровської області.

ВИСНОВОК

В результаті виконання даної роботи отриманий проєкт відновлення зрошувальної мережі під широкозахватні іподромні дощувальні машини Otech виробництва Франції на площі 392,4 га у сільськогосподарському товаристві з обмеженою відповідальністю «Вікторія» Дніпровського району Дніпропетровської області.

Запроєктований масив зрошення розташований у Степовій зоні Лівобережно-Дніпровсько-Приазовської провінції Орільсько-Самарської низовинної області Нижньоорільсько-Дніпровського району за фізико-географічним районуванням. За тектонічним районуванням досліджувана територія відноситься до північно-східного борту Українського щита, Придніпровського тектонічного блоку.

Досліджувана територія відноситься до континентальної кліматичної зони. Середня річна температура повітря складає 8,1 °С, найхолоднішого місяці січня – -5,1, найтеплішого (липня) – 20, 6 °С, сума атмосферних опадів за рік – 555 мм.

За ґрунтово-географічним районування досліджувана територія відноситься до Степової зони звичайних чорноземів Центральної Лісостепової і Степової області Суббореального поясу. Джерелом зрошення масиву зрошення, як і всієї Царичанської зрошувальної системи є канал Дніпро – Донбас, якість води задовільна (І клас – придатна без обмежень).

У сільськогосподарському господарстві запроєктована семипільна сівозміна. Режим зрошення розрахований на посушливий рік 75 %-ї забезпеченості. Вибір року заданої забезпеченості здійснений за дефіцитами водоспоживання сільськогосподарських культур сівозміни за багаторічний ряд спостережень за даними метеостанції Дніпро. Строки поливу культур визначені за удосконаленим біокліматичним коефіцієнтом В.П Остапчика.

В даному проєкті передбачається зрошення польової сівозміни дощувальними машинами Otech від Groupe Irrimes (Франція), дилери в Україні «Агротек» (м. Дніпро). Ширина захвату дощувальної машини підібрана за розмірами існуючих полів господарства, витрата розрахована виходячи із зрошуваної площі і дефіциту водоспоживання самої вологолюбної культури сівозміни в самий завантажений (піковий) період вегетації. За даними розрахунку режиму зрошення такою культурою для запроєктованої сівозміни є пшениця озима в другу і третю декади травня.

Поливні норми для більшості культур прийняті достоккові 300 м³/га, для люцерни вони збільшені до 400 м³/га для зменшення їх кількості. Середньовиважена зрошувальна норма складе 3 400 м³/га. Загальне водоспоживання за зрошуваний сезон – 2,40 млн. м³. За укомплектованим графіком поливу максимальна витрата склала 260л/с або 1 170 м³/год. Максимальний гідромодуль при цьому склав 0,66 л/с/га.

Для відновлення зрошення частину трубопроводів залишена стара (в основному розподільні), а частину запроєктовано заново (поливні трубопроводи). Старі трубопроводи сталеві великого перерізу перевірені на пропускну здатність зрошення нової сівозміни, яка виявилась задовільною. Нові трубопроводи запроєктовані із поліетилену типу ПЕ 100 SQR 11, що розраховані на максимальний тиск 0,6 МПа. Напір насосної станції повинен бути 85,49 м, при витраті 260 л/с потужність її складе 387 кВт.

На зрошувальній мережі запроєктовані гідротехнічні споруди для нормальної її роботи: розподільчі (оглядові) колодязі – 9 шт.; гідранти-водовипуски для дощувальних машин 44 шт.; скидні споруди – 6 шт.; вантузи 8 шт.

Для запобігання негативних явищ зрошення (підтоплення і засолення) на зрошуваному масиві запроєктована дренажна мережа, яка складається із 2 дрен розташованих по влоговинах місцевості (балочний дренаж). Для влаштування дрен застосовані ПВХ труби діаметром 150 і 200 мм. По довжині дрен передбачені оглядові колодязі, які встановлені на початку дрен і в місцях

поворотів, а також по довжині через кожні 200-400 м. Таких колодязів передбачено 25 шт. Так як на зрошуваній ділянці похили місцевості невеликі для прийому дренажних вод передбачено 5 регулюючих колодязі воду з яких відкачують мобільні дренажні насосні станції.

Для розрахунку капітальних затрат на відновлення зрошення, розраховані об'єми земляних і монтажних робіт. Об'єм земляних робіт склав 105 тис. м³. Монтаж зрошувальних трубопроводів 5340 м, дренажних – 8086 м.

Кошторисна вартість будівельних, монтажних робіт і придбання матеріалів, обладнання і дощувальних машин склав 16,346 млн. грн.

В проєкті виконана оцінка впливу відновленого зрошеного масиву на навколишнє середовище (клімат і мікроклімат, ґрунтовий покрив, поверхневі і підземні води).

Для безпечного проведення робіт в даній роботі розглянуті питання з охорони праці під час виконання земляних робіт, під час монтажу трубопроводів. Виконаний розрахунок стійкості крана при виконання вантажо-підйомних робіт. Передбачені заходи для навчання з питань охорони праці і пожежної безпеки.

Собівартість 1 м³ води коштуватиме 3,79 грн. Проєктний рівень рентабельності складе 11,6 %. Окупність капітальних вкладень відбудеться через 8,5 років.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Агроклиматический атлас УССР / Сапожникова С.А. – К.: Урожай, 1964. – 36 с.
2. Атлас почв Украинской ССР / Крупский Н.К., Полупан Н.И. – К.: Урожай. – 1979. – 159 с.
3. Беликов А.С., Карпенко Г.Г., Мацияко В.В., Пушнин Л.П., Стаценко Ю.Ф., Кирнос Е.А., Андреева А.В., Зибров И.Ф. / Безопасность жизнедеятельности / Под ред. А.С. Беликова. – Днепропетровск: ФОП Середняк Т.К., 2015. – 636 с.
4. Богомаз М.С. Річка називається... / М.С. Богомаз. – Дніпропетровськ, ЗАТ Видавництво Поліграфіст, 1998. – 78 с.
5. Географічна енциклопедія України: В 3-х т. / Маринич О.М. та ін. – К.: Українська Радянська Енциклопедія ім. Бажана
6. ДБН А.2.2-1-2003. Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище при проектуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд. – К.: Держбуд України, 2004. – 21с.
7. ДБН В.2.4-1-99 Меліоративні системи та споруди. – К.: Держбуд України, 2000. – 180 с.
8. ДБН Д.2.2.-1-99. Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Збірник 1. Земляні роботи. К.: Видавництво ЦМВБНВО «Созидатель» – 2000. – 89с.
9. ДСТУ ISO 10763 Гідравлічна рідина. Труби суцільного та безшовного пресування з гладким зварюванням. Розміри та номінальний робочий тиск.
10. Дніпровське водосховище / А. В. Яцик // Енциклопедія Сучасної України [Електронний ресурс] / Редкол. : І. М. Дзюба, А. І. Жуковський,

- М. Г. Железняк [та ін.] ; НАН України, НТШ. – К. : Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2008. – Режим доступу : <https://esu.com.ua/article-22194>.
11. Доценко В.І. Зрошення сільськогосподарських культур способом дощування: навчальний посібник / В.І. Доценко, В.В. Морозов, Д.М. Онопрієнко. – Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2014. – 448 с.
 12. Доценко В.І. Розрахунок і проектування дренажу на зрошувальних системах: навчальний посібник /В.І. Доценко, В.В. Коваленко, Л.М. Рудаков, Т.І. Ткачук. – Дніпро: ДДАЕУ, Акцент ПП, 2018. – 235 с.
 13. Закон України «Про охорону праці» від 21.11.2002р.
 14. Закон України «Про загальнообов’язкове державне соціальне страхування від нещасних випадків на виробництві і професійних захворюваннях, які призвели до втрати працездатності» від 23.09.1999 р.
 15. Інструкція з іригаційної оцінки якості природних вод України, КДІ 0497055-01-92. Держводгосп України, Українська академія аграрних наук, Український науково-дослідний інститут ґрунтознавства і агрохімії ім. О.Н.Соколовського: Введ.18.03.92. – Харків. – 1992. – 25 с.
 16. Інструкція з охорони праці під час виконання земляних робіт (електронний ресурс) <http://trudova-ohrana.ru/primery-dokumentov/prikladninstrukcj-z-ohoroni-prac-ukrankskoju/4224-nstrukcja-z-ohoroni-prac-pd-chas-vikonannja-zemljanih-robot.html>
 17. Інструкція з охорони праці для монтажника зовнішніх трубопроводів (електронний ресурс) <http://trudova-ohrana.ru/primery-dokumentov/prikladninstrukcj-z-ohoroni-prac-ukrankskoju/4162-nstrukcja-z-ohoroni-prac-dlja-montazhnika-zovnishnh-truboprovodv.html>
 18. Дніпровське водосховище (електронний ресурс) https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D0%BD%D0%B0%D0%B%D0%94%D0%BD%D1%96%D0%BF%D1%80%D0%BE_%E2%80%94%D0%94%D0%BE%D0%BD%D0%B1%D0%B0%D1%81

19. Колесников В.В., Морозов В.В. Проектирование закрытого горизонтального систематического дренажа на орошаемых землях: Учебное пособие / Херсон: Херсонский с.-х. ин-т., 1994. – 83 с.
20. Мелиорация и водное хозяйство. 6. Орошение: Справочник / Под ред. Б.Чумакова. – М.: Агропромиздат, 1990. – 415 с.
21. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з розрахунку режиму зрошення сільськогосподарських культур / Дніпропетровськ: ДДАУ, 2010. – 92 с.
22. Методичні вказівки до виконання курсового проекту із сільськогосподарських гідротехнічних меліорацій. / Дніпропетровськ: ДДАУ, 2016. – 89с.
23. Основы охраны труда: Учебник/ Под ред., д.т.н., профессора А.С.Беликова. – Днепропетровск: издательство Свидлер А.Л., 2006, 461 с.
24. Охорона праці в будівництві: Навч. посібник / Г.М. Крикунов, П.Т. Резніченко.-К.: ІСДО, 1994.-272с.
25. Природні ресурси України: Навчальний посібник/ П.С. Гнатів, П.Р.Хірівський, О.Д.Зинюк, Ю.Я.Корінець, Н.Є.Панас// За ред. П.С.Гнатіва. – Львів: ЛДАУ, 2020, - 216 с.
26. Проектування закритих зрошувальних систем: Навчальний посібник / А.М. Рокочинський, Ю.І. Гринь, В.І. Доценко, П.І. Мендусь, В.В. Коваленко, С.М. Кропивко, Л.М. Рудаков, А.В. Ткачук // За ред. проф. А.М. Рокочинського та проф. Ю.І. Гриня. – Рівне:НУВГП – Дніпропетровськ: ДДАЕУ, 2015. – 374 с.
27. Расчет заземления и сопротивления заземлителя. (електронний ресурс) <https://ibud.ua/ua/statya/raschet-zazemleniya-i-soprotivleniya-zazemlitya-100856>
28. Ромашенко М.І., Балюк С.А. Зрошення земель в Україні. Стан та шлях поліпшення. - К.: Видавництво Світ, 2000. – 114 с.

29. Ушкаренко В.О. Зрошуване землеробство. – К.: Урожай, 1994. – 328 с.
30. Чиркова Ю.А., Каленюк С.М., Жовтоног И.С., Козишкурт Н.Е. Способы рассоления орошаемых земель. – К.: Урожай, 1990. – 104 с.