

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

Факультет водогосподарської інженерії та екології

Кафедра водогосподарської інженерії

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач водогосподарської інженерії

доцент _____ Андрій ТКАЧУК

« ____ » грудня 2023 р.

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи

другий (магістерський) рівень вищої освіти

на тему: Проєкт реконструкції ділянки зрошення на землях
Першотравневської територіальної громади
Нікопольського району Дніпропетровської області

Виконав: здобувач вищої освіти 2 курсу,
групи МГБЦІ-1-22
спеціальності – 192 «Будівництво та
цивільна інженерія»

_____ Богдан САВЧЕНКО

(прізвище та ініціали)

Керівник доц. Андрій ТКАЧУК

(прізвище та ініціали)

Рецензент _____

(прізвище та ініціали)

Дніпровський державний аграрно-економічний університет
Факультет водогосподарської інженерії та екології
Кафедра водогосподарської інженерії
Другий (магістерський) рівень вищої освіти
Спеціальність – 192 Будівництво та цивільна інженерія
Освітньо-професійна програма «Гідромеліорація»

ЗАТВЕРДЖУЮ:
Завідувач кафедри водогосподарської
інженерії

доцент _____ Андрій ТКАЧУК

«__» жовтня 2023 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу студентіві Савченко Богдану Олександровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект реконструкції ділянки зрошення на землях Першотравневської територіальної громади Нікопольського району Дніпропетровської області затверджена наказом по університету від «__» жовтня 2023 р. № ____

2. Строк закінчення кваліфікаційної роботи: «__» грудня 2023 р.

3. Дані до роботи План ділянки зрошення в М:10000; кліматичні умови; метеорологічні дані, метеостанція Лошкарівка

Склад кваліфікаційної роботи: Паспорт проекту. Вступ. 1 Природні умови району зрошення. 2 Обґрунтування необхідності реконструкції. 3 Розрахунок режиму зрошення сільськогосподарських культур. 4 Проектування зрошувальної мережі. 5 Визначення параметрів насосної станції. 6 Організація виробництва робіт з реконструкції зрошуваного масиву. 7 Оцінка впливу реконструкції внутрішньогосподарської зрошувальної системи на навколишнє середовище. 8 Охорона праці, техніка безпеки при виконанні будівельних робіт. 9 Розрахунок економічної ефективності проекту реконструкції масиву зрошення. Висновки. Список використаної літератури.

4. Графічний матеріал - презентація в середовищі Power Point (актуальність, мета, об'єкт, предмет та задачі досліджень; план населеного пункту; гідравлічний розрахунок внутрішньогосподарської зрошувальної мережі.-

5. Дата видачі завдання: «___» жовтня 2023 р.

Керівник роботи _____ Андрій ТКАЧУК
(підпис)

Завдання прийняв до виконання _____ Богдан САВЧЕНКО
(підпис)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п.п.	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	Природні умови району зрошення	17.10.2023 р	
2.	Обґрунтування необхідності реконструкції	20.10.2023 р.	
3.	Розрахунок режиму зрошення сільськогосподарських культур	24.10.2023 р.	
4.	Проектування зрошувальної мережі	24.10.2023 р.	
5.	Визначення параметрів насосної станції	31.10. 2023 р.	
6.	Організація виробництва робіт з реконструкції зрошеного масиву	03.11.2023 р.	
7.	Оцінка впливу реконструкції внутрішньогосподарської зрошувальної системи на навколишнє середовище	17.11.2023 р.	
8.	Охорона праці, техніка безпеки при виконанні будівельних робіт	21.11.2023 р.	
9.	Розрахунок економічної ефективності проекту реконструкції масиву зрошення	21.11.2023 р.	
10.	Оформлення пояснювальної записки. Вступ. Висновки.	12.12.2023 р.	

Студент _____ Богдан САВЧЕНКО
(підпис)

Керівник роботи _____ Андрій ТКАЧУК
(підпис)

ПАСПОРТ ПРОЄКТУ

Показник	Одиниця виміру	Кількість
Зрошувана площа: брутто	га	1074,0
нетто	га	1063,5
Коефіцієнт земельного використання		0,96
Коефіцієнт корисної дії зрошувальної мережі		0,98
Коефіцієнт зрошення земель		0,99
Джерело зрошення – р. Дніпро		
Сівозміна - овочева		
Кількість полів	шт.	9
Спосіб водозабору – механічний (насосна станція)		
- витрата	л/с	658
- напір	м	62,55
- річна витрата електроенергії	тис. кВт. год	1041,83
Спосіб поливу – дощувальними машинами «Zimmatic»	шт.	6
Середньозважене зрошувальна норма нетто	м ³ /га	2996,675
Поливні вегетаційні норми	м ³ /га	200-400
Розрахункова ордината гідромодуля	л/(с·га)	0,74
Зрошувальна мережа. Труби поліетиленові:		
Ø600 мм	м	69
Ø500 мм	м	2226
Ø400 мм	м	1348
Ø350 мм	м	6646
Ø250 мм	м	9469
Гідротехнічні споруди на зрошувальній мережі		
гідранти	шт.	172
оглядові колодязі	шт.	14
вантузи	шт.	8
скидні споруди	шт.	7
Об'єм земляних робіт	тис. м ³	85,662
Кошторисна вартість будівництва	тис. грн	419995,854
Собівартість 1 м ³ зрошувальної води	грн./м ³	0,26
Рівень рентабельності	%	325

ЗМІСТ

	ПАСПОРТ ПРОЄКТУ.....	4
	ВСТУП.....	7
1	ПРИРОДНІ УМОВИ РАЙОНУ ЗРОШЕННЯ.....	10
	1.1 Геоморфологічна характеристика ділянки зрошення.....	10
	1.2 Кліматична характеристика.....	11
	1.3 Гідрогеологічні та геологічні умови.....	14
	1.4 Ґрунти та їх характеристика.....	16
2	ОБҐРУНТУВАННЯ НЕОБХІДНОСТІ РЕКОНСТРУКЦІЇ.....	21
	2.1 Обґрунтування необхідності реконструкції внутрішньогосподарської зрошувальної системи	21
	2.2 Сівозміна, що проєктується на масиві зрошення.....	21
3	РОЗРАХУНОК РЕЖИМУ ЗРОШЕННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР.....	27
	3.1 Обґрунтування способу зрошення і техніки поливу.....	27
	3.2 Вибір розрахункового року.....	29
	3.3 Визначення норм і строків поливу.....	34
	3.4 Графік поливу сівозміни.....	36
4	ПРОЄКТУВАННЯ ЗРОШУВАЛЬНОЇ МЕРЕЖІ.....	47
	4.1 Визначення конструкції зрошувальної мережі.....	47
	4.2 Гідравлічний розрахунок закритої тупикової зрошувальної мережі.....	48
	4.3 Проєктування поздовжніх профілів зрошувальних трубопроводів.....	56
	4.4 Проєктування гідротехнічних споруд на зрошувальній мережі..	57
5	ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ НАСОСНОЇ СТАНЦІЇ.....	60
	5.1 Вибір гідромеханічного обладнання та аналіз режимів його роботи.....	60
	5.1.1 Визначення числа і вибір марки основних насосів.....	60
	5.1.2 Визначення марки допоміжних насосів.....	62
	5.1.3 Побудова графіка сумісної роботи насосів і закритої мережі ..	63
	5.1.4 Визначення відмітки осі насосу і відмітки підлоги насосного приміщення	66
	5.2 Вибір електротехнічного обладнання.....	70
	5.3 Встановлення обладнання і визначення розмірів будівлі насосної станції.....	73
6	ОРГАНІЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА РОБІТ З РЕКОНСТРУКЦІЇ ЗРОШУВАНОВОГО МАСИВУ.....	76
	6.1 Розрахунок об'ємів земляних і монтажних робіт.....	76
	6.2 Вибір оптимального комплекту будівельних машин.....	80
	6.3 Технологія виконання будівельних робіт.....	85
	6.4 Розрахунок калькуляції трудових витрат і заробітної плати.....	96

6.5	Календарне планування будівельно-монтажних робіт.....	101
6.6	Визначення кошторисної вартості будівництва масиву зрошення.....	102
	ОЦІНКА ВПЛИВУ РЕКОНСТРУКЦІЇ	
7	ВНУТРІШНЬОГОСПОДАРСЬКОЇ ЗРОШУВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ.....	104
7.1	Вплив на ґрунтовий покрив.....	104
7.2	Вплив на поверхневі води.....	106
7.3	Вплив на підземні води.....	112
8	ОХОРОНА ПРАЦІ	117
8.1	Порядок розслідування нещасних випадків.....	117
8.2	Безпека при проведенні земляних робіт.....	118
8.3	Охорона праці під час роботи в колодязях.....	120
9	РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЄКТУ РЕКОНСТРУКЦІЇ ЗРОШУВАЛЬНОЇ МЕРЕЖІ.....	123
9.1	Визначення сумарних щорічних затрат після реконструкції масиву зрошення.....	123
9.2	Розрахунок економічної ефективності реконструкції масиву зрошення.....	126
	ВИСНОВКИ.....	132
	СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	134

ВСТУП

«Україна є однією з країн, де зрошувані землі зробили і надалі відіграватимуть важливу роль у забезпеченні країни продовольством. Це пов'язано з тим, що більшість із них розташовані в нестабільних і дефіцитних регіонах, тому стале сільське господарство в цих районах можливе лише за умов зрошення. Особливістю зрошення в Україні є переважне використання зрошення як одного з найдосконаліших засобів. З цієї причини більшість побудованих зрошувальних систем мають замкнуті зрошувальні мережі з широкозахватними дощувальними машинами» [1].

На даний момент в Україні 5,7 млн. га меліорованих земель, у тому числі 2,4 млн. га зрошуваних і 3,3 млн. га осушених земель.

Внаслідок значного погіршення забезпеченості освоєних земель сільськогосподарськими ресурсами за останні роки значно скоротилося виробництво, а також погіршився стан меліоративної системи [2].

Об'єктом дослідження є ґрунтово меліоративні умови ділянки зрошення.

Предметом дослідження є меліоративна система та режим зрошення сільськогосподарських культур на землях Першотравневської територіальної громади Нікопольського району Дніпропетровської області [1-2].

Метою даної кваліфікаційної роботи є розробка проекту реконструкція внутрішньогосподарської зрошувальної системи на землях Першотравневської територіальної громади Нікопольського району Дніпропетровської області.

На розглянутій території тривалий час працювали дощувальні машини ДМ «Дніпро» та ДДН – 70. З часом вони вийшли з ладу, тривалий період не працювали, тому були демонтовані. Зрошувальна система в цілому залишилася в робочому стані і воду в будь-який час можна подати до цих полів, тому виникла потреба у реконструкції зрошувального масиву.

При регулярному зрошенні воду необхідно подавати в залежності від потреби сільськогосподарських культур, метеорологічних умов з урахуванням технічної можливості водоподачі.

Для зрошення земель будують зрошувальну систему як комплекс гідротехнічних споруд, які забирають воду з джерел зрошення, транспортують її на зрошувані площі, розподіляють по зрошуваних площах і зрошують землю з метою створення оптимального водно-сольового режиму ґрунтів.

До складу зрошувальної системи входять: земельна територія, джерело зрошення, зрошувальна, дренажна і скидна мережі закритих трубопроводів, водозабірні, розподільчі і вимірювальні гідротехнічні споруди, дороги, лінії зв'язку і електропередачі.

При виконанні кваліфікаційної роботи необхідно вирішити такі завдання:

1. Обрати спосіб поливу (комплекс заходів і прийомів розподілу води на поливній ділянці і перетворення водного потоку у ґрунтову і атмосферну вологу) і дощувальну техніку (технічні засоби для проведення поливу).
2. Виходячи з кліматичних умов, розрахувати режим зрошення (сукупність норм і строків поливів сільськогосподарських культур).
3. Виконати гідравлічний розрахунок зрошувальної мережі на масиві, підібрати матеріал і діаметр труб зрошувальної системи.
4. Розрахувати дренажну мережу для відведення надлишкових ґрунтових вод.
5. Розрахувати об'єми земляних і монтажних робіт при реконструкції зрошувальної і дренажної мереж, обрати оптимальний комплект машин, визначити склад комплексної бригади будівельників, розробити технології виробництва робіт, визначити терміни будівництва ділянки зрошення.
6. Розрахувати кошторисну вартість реконструкції і визначити економічну ефективність будівництва.

В кваліфікаційній роботі також необхідно запропонувати заходи по безпечному веденню будівельних робіт і природоохоронні заходи.

При виконанні кваліфікаційної роботи необхідно використовувати діючі будівельні норми і правила, нормативно-довідкову літературу.

1 ПРИРОДНІ УМОВИ РАЙОНУ ЗРОШЕННЯ

1.1 Геоморфологічна характеристика ділянки зрошення

Село Першотравневе знаходиться на березі пересихаючої безіменної річечки, що протікає по балці Довга. На відстані 1,5 км розташоване селище Західне, за 3 км - село Новоіванівка. Першотравненська сільська рада розташована на площі 5687,0 га. В якісному складі ґрунтів переважають чорноземи звичайні (слабо-, середньо-, сильнозмиті) важко суглинкові. Переважає рівнинний рельєф місцевості помережаний балками (Балка Чортмлик, Карловка) [3].

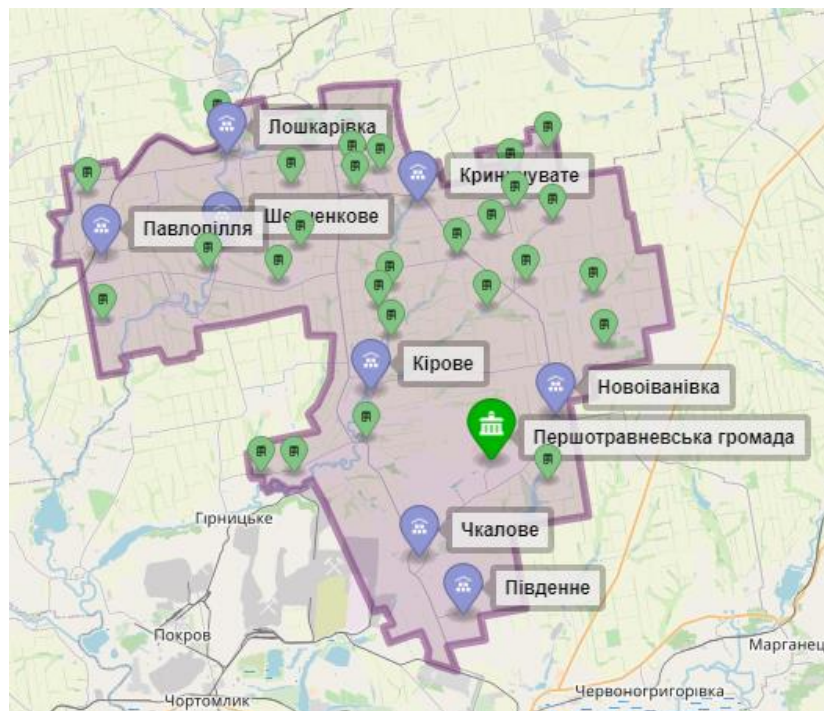


Рисунок 1.1 – Схема розташування ділянки зрошення

Поверхня ділянки порівняно рівна, складена лише подами, абсолютні відмітки поверхні змінюються в межах 65,4 – 70,0 м.

В межах ділянки розташовуються три подових пониження, які представляють собою просядкові «блюдця», одне в південній частині ділянки, два – в північній частині [4].

Подові пониження в південній частині ділянки мають круглу форму діаметром до 1 км і глибиною 1 – 1,4 м.

В північно-західній частині слабо виражене подове пониження овальної форми, витягнуте в ПЗ – ПС напрямку, довжина великої осі пониження становить 150 м, малої – 80 м, глибина становить – 0,5 м.

Третє пониження, яке розташовується в північно-східній частині ділянки, має також овальну форму рельєфу, витягнуту в широтному напрямку. Довжина великої осі становить 0,6 км, малої – 0,3 км, глибина – 0,5 м.

Ерозійні явища в межах ділянки не спостерігаються [3-4].

1.2 Кліматична характеристика

Клімат зрошуваної території помірно-континентальний з відносно м'якою зимою, нестійким сніговим покривом і частим таненням. Незвично тепла зима має плюсові середні температури за всі місяці.

Характеристика основних метеорологічних елементів приведена нижче.

Температура повітря. Для характеристики температурного режиму використовуються данні метеостанції Лошкарівка.

Середня багаторічна температура повітря складає 9,2 °С, абсолютний мінімум температури повітря складає – 34 °С, абсолютний максимум складає 39 °С (табл. 1.1) [4].

Таблиця 1.1 – Середьомісячні значення температури повітря, °С

Найменування елемента	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	За рік
Температура повітря: середня	-4,4	-3,9	1,3	9,4	16,6	20,0	22,9	21,8	16,2	9,5	2,9	-2,1	9,2
абсолютний максимум	14	15	25	31	35	38	38	39	36	34	26	14	39
абсолютний мінімум	-33	-34	-26	-9	-4	3	7	5	-5	-19	-23	-28	-34
середній мінімум	-7,3	-7	-2,1	4	10,4	14,1	16,1	15,2	10,1	4,8	-0,3	-4,6	4,5

Дати переходу середніх добових температур через 0°, 5°, 10°C приведені в табл. 1.2.

Температура	0	5	10
Дата переходу	11.03-31.11	30.03-05.11	18.04-13.10
Число днів з температурою вище	263	219	177
Сума середньодобових температур вище	3744	3595	3275

В середньому в другій декаді квітня закінчуються останні заморозки (14-18.04).

Самі пізні дати останніх заморозків спостерігаються в кінці першої і на початку другої декади травня (10-11.05), табл. 1.3 [3-5].

Таблиця 1.3 – Дати першого та останнього заморозків

	Дата останнього заморозку	Дата першого заморозку
Середня	18.04	15.10
Сама рання	24.03	17.09
Сама пізня	10.05	20.11

Максимальна глибина промерзання ґрунту становить 120 см.

Середня багаторічна кількість опадів по місяцях наведена в табл. 1.4.

Таблиця 1.4 – Середньомісячна кількість опадів

Місяць	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	За рік
Опади, мм	41	35	32	39	41	58	50	46	32	33	41	45	493

Із річної суми опадів на теплий період припадає 299 мм. Сума опадів за вегетаційний період (квітень-вересень) різної забезпеченості наведено в табл. 1.5 [3-5].

Таблиця 1.5 – Розподілення опадів по місяцям вегетаційного періоду, мм

Місяць	04	05	06	07	08	09	Сума
P=75%	43	13	34	34	26	14	164
P=90%	32	9	25	25	19	11	121
P=95%	27	8	21	21	16	9	102

Деякі роки ми спостерігаємо тривалі періоди дуже спекотної погоди без опадів, які тривають до 85 днів.

Сніговий покрив. Встановлення снігового покриву приходить на третю декаду грудня, сходження снігового покриву припадає на третю декаду лютого. Середня висота снігового покриву за зиму становить 17 см.

Вітер. Переважаючими вітрами є східні і північно-східний. Найбільша швидкість вітру можлива раз в рік – 20 м/с, раз в 5 років – 24 м/с, раз в 20 років – 27 м/с, середні швидкості вітру по місяцях наведені в табл. 1.6 [3-5].

Таблиця 1.6 – Середньомісячна швидкість вітру

Місяць	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	За рік
Швидкість вітру, м/с	4,5	4,6	4,8	4,3	3,9	3,4	3,1	3,0	2,9	3,5	4,1	4,5	3,9

Вологість повітря. Відносна вологість повітря характеризує ступінь насиченості повітря водними парами і є показником «сухості» клімату.

Середньомісячна величина вологості повітря наведено в табл. 1.7 і 1.8 [3-5].

Таблиця 1.7 – Середньомісячна вологість повітря, %

Місяць	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	За рік
Абсолютна вологість повітря, мб	4,4	4,5	5,4	7,8	11,1	14,5	15,8	14,8	11,4	8,9	7,0	5,0	9,2
Відносна вологість повітря, %	86	85	81	66	61	61	58	59	64	76	85	87	72
Дефіцит вологості, мб	0,6	0,7	1,4	5,0	8,5	11,2	13,7	12,7	7,9	3,2	1,2	0,7	5,6
Випаровування з поверхні суші, мм	5	13	36	56	76	80	70	60	46	33	9	2	480

Таблиця 1.8 – Число днів з відносною вологістю 30% в любий із термінів спостережень і 80% в 13 годин

Вологість	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	За рік
30%	0,05	0,05	0,5	5,4	6,7	6,1	7,2	7,1	45,6	1,4	0,3	0	39,4
80%	18,1	14,8	11,0	3,6	1,8	1,6	0,8	1,0	1,3	5,8	15,6	20,7	96,2

Із даної таблиці видно, що найбільше число днів з вологістю 80% в 13 годин відмічаються в грудні. Найменше число вологих днів буває в липні і в серпні, в ці місяці спостерігається найбільше число сухих днів [3-5].

1.3 Гідрогеологічні та геологічні умови

Географічно ділянка розташована на схилах Українського щита.

В геологічні будові ділянки приймають участь середньо-верхньочетвертинні еолово-делювіальні лесоподібні і подові суглинки, озерно-алювіальні піщано-глинисті пліоцен нижньочетвертинні відкладення, відкладення сарматського ярусу, залягаючи на породах палеогену [3-5].

Геологічний розріз зверху вниз наступний:

Грунтово-рослинний шар (шар 1, eIV) потужністю 0,4-0,9 м, покриває ділянку повністю.

Болово-делювіальні лесовидні відкладення (vd II-III). У верхній частині розрізу лесоподібних відкладень повсемірно розповсюджені середні суглинки від палево-жовтих до жовто-бурих, макропористі, потужність суглинків складає 1,6-5,0 м. Під ними на глибині 2,1-5,5 м залягають супіски. Нижче, на глибині 9,0-15,4 м, залягають у вигляді лінз і перешаровуються між собою середні, легкі, важкі суглинки і супіски потужністю 8,5-15,9 м [3-5].

Колір порід змінюється від палево-жовтого до червоно-бурого, при цьому світлі різності характерні для легких суглинків, більш темні – для середніх і важких. Консистенція їх змінюється від напівтвердих до тугопластичних. В ґрунтах спостерігається укралення окислів марганцю, примазки, прожилки і гнізда карбонатів [3-5].

Середньо-верхньочетвертинні подові утворення (р II-III).

Подові ґрунти залягають у вигляді лінз в лесоподібних відкладеннях. Середні подові суглинки, залягають під ґрунтового рослинним шаром потужністю 1,9-2,0 м. Подові суглинки зеленувато-сірі з прожилками карбонаті, з вкрапленнями марганцю.

Подові супіски потужністю 1,9-6,2 м вскриті на глибині 7,4-13,3 м в товщі лесовидних супісків. Супісь сірувато-світло-зелена з п'ятами озалізнення з примазками солей, полу тверда. Суглинки важкі подові потужністю 1,0-2,5 м скриті на глибині 15,5-17,0 м. Суглинки зеленувато-сірого кольору з примазками і прожилками солей, туго пластичні [3-5].

Пліоцен-нижньочетвертинний озерно-алювіальні відкладення, представлені товщею піщано-глинистих ґрунтів залягаючи на глибині 20,5-28,4 м. Потужність товщі становить 13-18,0 м, піски мілко зернисті бурі, місцями глинисті, залягають у вигляді лінз потужністю 1,8-5,6 м в товщі глин. Також невеликими лінзами залягають супіски, легкі, середні і важкі суглинки. Глини щільні, у верхній частині розрізу червоно-бурі, нижче переходять в зеленувато-сірі, місцями опіщанені, тугопластичні до полутвердих з вкрапленнями окислів марганцю. Глини слугують регіональним водоупором.

Відкладення сарматського ярусу залягають на глибині 28-38,5 м, представлені піщано-глинистою товщею з прошарками вапняку. Потужність сарматських відкладень становить 15-25 м. В верхній частині розрізу сарматських відкладень залягають мілко зернисті світло-сірі високонасичені піски потужністю 3-4,5 м [5].

Гідрологічні умови ділянки до глибини 45 м характеризуються наявністю четвертинного безнапірного горизонту потужністю 5-7 м. Живлення водоносного горизонту здійснюється за рахунок фільтрації атмосферних опадів. Дренується від р. Дніпро, частково, яружно-балковою мережею за межами ділянки з східного боку, частково відбувається перетік в нижче розташований водоносний горизонт. Рух ґрунтового потоку відбувається в північно-східному напрямку.

За хімічним складом ґрунтового води в північній частині ділянки хлоридно-сульфатні. В центральній частині гідрокарбонатно-сульфатні, в південній – сульфатні.

Сарматський напірний водоносний горизонт вскритий артезіанськими свердловинами приурочений до світло-сірих вапняків, залягаючи на глибині 40,5-52,0 м. Верхнім водоупором для цього горизонту є сарматсько світло-сірі глини, потужністю 2-10 м, залягаючи на глибині 33-42 м, відділеними від пліоцен-нижньочетвертинних глин мілко зернистими пісками і вапняками. П'єзометричний рівень сарматського водоносного горизонту встановлюється на глибині 29-36 м (абсолютна відмітка 28-33 м, напір 7-12 м), що нижче рівня ґрунтових вод четвертинного водоносного горизонту [3-4].

1.4 Ґрунти та їх характеристика

Зрошувальна ділянка розташована в зоні лугових сільськогосподарських ґрунтів з чорноземом звичайним, який сформувався при формуванні ґрунту дернового типу.

Рельєф ділянки відносно рівнинний, з висотою поверхні 65-70 м. З ділянки виступають невеликі блюдця, які утворюють символічні западини та височини.

На високогірних ділянках розташовані чорноземи звичайні, а на низовинах через підвищене зволоження порівняно з навколишніми територіями – лучно-чорноземні мули [4-5].

Грунтоутворюючі породи – лесоподібні суглинки, карбонати, тонкопористі, середні суглинки, безсолі, водорозчинні солі, зледеніння в мікрозападинах. Підземні води не впливають на властивості ґрунтоутворення, оскільки знаходяться на глибині понад 25 м від поверхні землі. Чорноземи звичайні малогумусні мають загальну глибину гумусованого профілю 75-87 м. Гумусовий горизонт потужністю 37-45 см має інтенсивну темно-сірого забарвлення, грудкувато-пилувату структуру.

В підорному і перехідному горизонті структура грудкувато-зерниста. Карбонати спостерігаються у верхньому перехідному горизонті у вигляді цвілі і прожилок [3-5].

Поверхневий покрив масиву займає чорнозем звичайний. Степові чорноземи глинисті ґрунти формуються в пониженнях, мають найбільш потужний гумусний профіль і досягають 120-150 см. Лінія кипіння соляної кислоти знаходиться нижче перехідного горизонту.

Слабо оглеєні спостерігаються у другому перехідному горизонті. Ґрунти масиву дуже близькі один до одного як по генезису, так і за агрохімічними і природно-фізичними властивостями. Механічний склад ґрунтів масиву середньосуглинистий. Переважною фракцією є великий пил (0,05-0,01). Кількість фізичної глини коливається в межах 27-40%. Вміст глинистих часток достатня для формування комкуватої і зернистої структури.

Фізичні властивості ґрунтів у даному масиві створюють сприятливі умови для культивування сільськогосподарських рослин.

Ґрунти масиву характеризуються незначними змінами щільності їх профілем у зв'язку з однорідністю механічного складу (щільність 2,6 г/см³,

об'ємна маса $1,37 \text{ г/см}^3$). Загальна пористість поступово знижується вниз по профілю від 49% в орному шарі до 46% [3].

За вмістом гумусу ґрунти масиву відносять до малогумусних. Вміст гумусу як в звичайних чорноземах так і в лучно-чорноземних ґрунтах становить менше 3%. Вниз профілі зміст його помітно зменшується, особливо в звичайних чорноземах. Забезпеченість поживними речовинами, фосфорними середня і висока, калієм – середня.

В системі поглинаючих комплексів чорноземів звичайних, лучно-чорноземних і лучно-чорноземних ґрунтів, переважною є присутність кальцію, але зафіксована менша кількість магнію.

Вміст натрію незначне – 0,1 мг на 100 г ґрунту. Сольовий склад водних витяжок з ґрунтів свідчить про відсутність засолення водорозчинними солями до глибини 2 м. Тип засолення сульфатногідрокарбонатна. Катіонна частина представлена кальцієм, менше магнієм, аніонна – в основному гідрокарбонатами, менше сульфатами [4-5].

Мінералізовані ґрунтові води, які розташовані на глибині більше 25 метрів, представляють потенційну небезпеку у зв'язку з можливим виникненням вторинного засолення. Однак у випадку системи зрошення їх можна використовувати для обробки всіх сільськогосподарських культур, що розташовані в зазначених районах.

В зоні зрошуваного землеробства значущою є глибока оранка, яка відіграє ключову роль у підвищенні водопроникності, повітропроникності та у поліпшенні водно-сольового режиму. Оранка має бути проведена на глибину від 25 до 33 см, враховуючи вид вирощуваних культур. Застосування різноглибинної оранки надає можливість уникнути формування плужної підшви, що є особливо важливим у вологих умовах зрошення, оскільки це має негативний вплив на водно-повітряний режим ґрунтів [3-5].

Під час обробки ґрунтів у вегетаційний період важливими методами є боронування сходів та розпушування в міжряддях.

Для досягнення високих врожіаїв важливо застосовувати органічні та мінеральні добрива. У контексті азотних добрив рекомендується використовувати сірчаноокислий амоній або аміачну селітру у дозах від 60 до 120 кг на гектар.

Для внесення фосфорних добрив рекомендується проводити процедуру під час глибокої оранки і в рядки під час сівби. Оптимальна щорічна норма не повинна перевищувати 60-90 кг на гектар. Щодо калійних добрив, рекомендована норма складає 30-60 кг на гектар [5].

Органічні добрива рекомендується вносити в кількості 20-30 тонн на гектар один раз за 2-3 роки під час проведення глибокої оранки.

Меліоративна ситуація в ґрунтах на даний момент вважається задовільною. Другу ґрунтово-меліоративну групу представляють лучно-чорноземні ґрунти, які знаходяться в низинах. За своїми агрохімічними, морфологічними та фізико-механічними властивостями, а також складом засолення, ці ґрунти аналогічні фоновим чорноземам.

При використанні лучно-чорноземних ґрунтів важливо враховувати їхнє природне оточення, пристосовуючи вирощувані культури до типу навколишніх земель. Зазвичай не рекомендується вирощувати садові насадження і виноградники на цих ґрунтах. Агротехнічні рекомендації для лучно-чорноземних ґрунтів аналогічні тим, що і для ґрунтів ґрунтово-меліоративної групи, за винятком заходів, спрямованих на поліпшення фільтраційних властивостей ґрунту (таких як глибока оранка до 45 см, щілювання, глибоке розпушення міжрядь).

Класифікаційні показники фізичних властивостей ґрунтів наведені в табл. 1.9.

Карбонатність суглинків у середніх лесоподібних ґрунтах першого шару коливається від 9% до 15,7%, а гігроскопічна вологість становить 2,3-4,4%. Значення абсолютної просідання ґрунтів від власної ваги зростає від західної до східної межі ділянки, змінюючись від 7,3 см. Ґрунти з величиною просідання від 5 до 15 см займають найбільшу частину ділянки, найменшу – з

величиною просідання від 15 до 30 см. Ґрунти ділянки незасолені (сухий залишок < 0,25 г/л). Тип засолення сульфатний і хлоридно-сульфатний. Ґрунти з хлоридно-сульфатним засоленням займають локальні площі.

Таблиця 1.9 – Фізичні властивості ґрунтів

№ п/п	Літолого-генетичний комплекс	Індекс	Суглинок		Супісок	Суглинок	
	Показники фізико-механічних ґрунтів		середній шар 0,6-4,2 м	легкий шар 4,2-6,5 м.	шар 6,5-12,7 м	середній шар 1,7-17,6 м	легкий шар 17,6-20 м
1	Природна вологість	W	0,11	0,12	0,1	0,18	0,1
2	Щільність, гр/см ³	γ_0	1,57	1,62	1,67	1,83	1,79
3	Щільність сухого ґрунту, гр/см ³	γ_c	1,48	1,45	1,51	1,55	1,58
4	Щільність твердих часток, гр/см ³	γ	2,68	2,68	2,67	2,69	2,67
5	Пористість, %	П	46,8	46,0	43,4	42,4	40,75
6	Коефіцієнт шпаруватості	E	0,88	0,853	0,766	0,735	0,687
7	Ступінь вологості	S_r	0,31	0,37	0,36	0,67	0,5
8	Повна вологоємність	W_c	0,33	0,32	0,29	0,27	0,26
9	Межа текучості	W_T	0,3	0,28	0,25	0,31	0,26
10	Межа пластичності	W_p	0,19	0,18	0,18	0,18	0,18
11	Показник консистенції	$W_{п}$	0,11	0,1	0,07	0,14	0,08

Коефіцієнти фільтрації ґрунтів, визначені методом наливу води в шурф наступні:

- супісок лесовидний – 0,64 м/добу,
- суглинок середній лесовидний – 0,33 м/добу,
- суглинок середній подовий – 0,62 м/добу.

2 ОБГРУНТУВАННЯ НЕОБХІДНОСТІ РЕКОНСТРУКЦІЇ

2.1 Обґрунтування необхідності реконструкції внутрішньогосподарської зрошувальної системи

Впровадження комплексу гідромеліоративних, агротехнічних і агрохімічних заходів є важливим для збереження родючості зрошуваних земель і досягнення високих врожаїв сільськогосподарських культур.

При виборі дощувальної техніки для ділянки реконструкції враховувалися різні фактори, такі як ґрунтово-меліоративні умови, гідрогеологічні особливості, рельєф та господарчі умови. З урахуванням цих факторів було вирішено використовувати широкозахватні дощувальні машини фронтальної дії від "Zimmatic".

На розглянутій території тривалий період експлуатувалися дощувальні машини кругової дії, зокрема ДМ «Дніпро» та ДДН – 70. Зрошувальна мережа була збудована із азбестоцементних труб, які, згодом, вийшли з ладу. Унаслідок тривалого періоду не експлуатації, труби були демонтовані. Зрошувальна система загалом залишилася функціональною, і вода може бути постачена на ці поля в будь-який час, що стало причиною потреби у реконструкції даної ділянки зрошення.

Реконструкція інженерних та технічних споруд дозволяє досягти підвищеної інтенсивності поливу, зменшити витрати води та електроенергії, а також покращити меліоративний стан зрошуваних земель.

2.2 Сівозміна, що проектується на масиві зрошення

Сівозміна – науково обґрунтоване чергування сільськогосподарських культур і парів в часі.

В даній кваліфікаційні роботі на масиві зрошення передбачається освоїти дев'ятипільну сівозміну з таким чергуванням культур:

- картопля рання + літній підсів люцерни;
- люцерна 2-го року;
- люцерна 3-го року;
- буряк столовий;
- горох + просо;
- гречка;
- озима пшениця + зернобобові на з/к;
- помідори;
- цибуля.

Картопля є рослиною, яка виявляє підвищену вимогливість до вологості ґрунту. Її потреба у воді змінюється протягом різних фаз розвитку. У початкових стадіях росту картопля може використовувати запаси вологи, які містяться в материнській бульбі. За умови, що в орному шарі ґрунту є достатній запас продуктивної вологи (не менше 15 мм), сходи картоплі не зазнають затримок. Критичним періодом є фаза від початку цвітіння до припинення приросту бадилля. Недостатність вологи в цей період може суттєво позначитися на врожаї бульб, спричиняючи його сильне зменшення [6].

Транспіраційний коефіцієнт картоплі становить в середньому 400-500, а в залежності від умов зростання може коливатися в діапазоні від 230 до 700.

Найбільш сприятливі умови для росту картоплі та отримання високого врожаю бульб створюються при вологості ґрунту на рівні 70-80% від повної польової вологості у зоні розповсюдження основної маси коренів у період клубневого утворення і 60-65% у період відмирання бадилля та накопичення крохмалю в бульбах. Надлишок вологи може призвести до прискорення вегетації картоплі, але при вологості ґрунту понад 85%, бадильна частина рослини швидко відмирає, а розвиток бульб зупиняється. Залежно від вологості та температури ґрунту та біологічних особливостей сортів, одна рослина випаровує приблизно 60-70 літрів води за період вегетації, що

становить приблизно 3000 літрів на гектар і відповідає 300 мм атмосферних опадів [6].

Культурою, яка виступає основною в складі багаторічних трав, є люцерна. Найкращим попередником для неї є озима пшениця і пропашні культури. Посів люцерни для отримання корму зазвичай виконують суцільним способом, часто під покривом зернових, злакових або кукурудзи для отримання зеленого корму. Після посіву ґрунт обов'язково прикатують. Збирання люцерни відбувається на етапі досягнення укісної зрілості при висоті рослин 10-15 см. Після цього проводиться підживлення. У останньому році життя культури під кожним укосом застоюють 1-2 поливи з таким розрахунком, щоб вологість не опускалась нижче 75-80% НВ (норми вологості) [8-9].

Косіння люцерни рекомендується проводити 4 рази протягом вегетаційного періоду в короткі строки. Для сприяння кращому розвитку люцерни після кожного укосу важливо проводити рихлення ґрунту і внесення мінеральних добрив [8-9].

У запланованій сівозміні озима пшениця висівається в шарі попередньо висіяних багаторічних трав і різнозбірних культур. Рекомендовані оптимальні строки висіву припадають на період з 5 до 15 вересня. Норма висіву становить 5-5,5 мільйонів сходів на гектар [9].

Для механізованого збирання томатів застосовують двострічкові схеми сівби з відстанню 90+50, 100+40, 120+60 між рядками, при середній відстані в рядку 30-35 см. Рослини мають висоту від 20 до 70 см і ширину крони від 40 до 60 см під час періоду збирання. Кількість плодів, розташованих у зоні від 0 до 100 мм від поверхні землі, складає 65-90%. Очікуваний урожай плодів при одноразовому збиранні становить від 300 до 700 центнерів на гектар. Збирання томатів розпочинають, коли принаймні 70% плодів стають червоними [10-11].

Гречка, так само як і просо та рис, відноситься до найважливіших культур, що вирощують зерно, і є єдиною незлаковою рослиною серед зернових культур. Завдяки пізнім строкам висівання та швидкому періоду від

дорослого стану до збору урожаю, гречка використовується як страхова культура для пересівання у випадку втрат озимини.

Гречка є досить теплолюбною рослиною. Її насіння може проростати лише при температурі не нижче 6-8 °С, а оптимальна температура для дружного проростання та вирощування сходів становить 13-15 °С [12].

Гречка виявляє високі вимоги до температурного режиму протягом вегетаційного періоду. Рослина повільно росте та розвивається при температурі нижче 13-15 °С, але негативно реагує на підвищення температури під час цвітіння, особливо при значеннях вище 25 °С. Високі температури можуть призводити до зменшення виділення нектару, що негативно впливає на запилення бджолами та знижує обсяг опилення рослин [12].

Якщо температура повітря в період цвітіння-плодоутворення піднімається до 30-35 °С, у гречки може виникнути явище "запал", коли квітки «горять» з масовим відмиранням зав'язей. Оптимальна температура для процесу плодоутворення становить 17-19 °С. Такий режим сприяє ефективному формуванню плодів. Сума ефективних температур для скоростиглих сортів гречки становить 800°С, середньостиглих та пізньостиглих – понад 1200 °С.

Гречці не сприяють тумани, а також тривалі дощі та сухівії у період цвітіння. Ці атмосферні умови можуть важко впливати на нормальний процес запилення та розвиток зерна у гречки [12].

Гречка визначається як одна з найбільш вимогливих до вологості рослин. Їй необхідно втричі більше води, ніж просо, і вдвічі більше, ніж пшениці. Для досягнення урожаю зерна у розмірі 20 центнерів на гектар і соломи в розмірі 50 центнерів на гектар потрібно до 3500 тонн води. Транспіраційний коефіцієнт для гречки становить від 500 до 600. Важливо забезпечити достатнє забезпечення вологою під час усього періоду вегетації гречки. Під час проростання насіння поглиблює до 60% воїди від його маси. Найбільше вологи (50-60% від загальної потреби) рослина вбирає під час інтенсивного цвітіння та плодоутворення. Цей період є критичним для гречки,

і недостаток води може призвести до суттєвого зменшення врожайності зерна.

В умовах ґрунтової посухи, ріст гречки припиняється, а розвиток триває. Це призводить до формування карликових рослин, які швидко відцвітають і досягають стадії достигання. Продуктивність цих рослин виявляється значно низькою [12].

Столові буряки – рослини, які володіють високою холодостійкістю; їх насіння може прорости при 4...5°C, проте при цій температурі сходи з'являються через 22-23 дні. Зі збільшенням температури до 10°C процес проростання завершується протягом 20 днів, а при 25°C - лише за 5-6 днів. Оптимальна температура для появи сходів становить 25...26 °C; додаткове підвищення цієї температури вже негативно впливає на їх висхідні процеси. У перший період, від сходів до початку коренеутворення, столові буряки оптимально проростають за помірної температури – 15...18°C. Якщо у цей час температура опуститься нижче 0°C, це може призвести до значного ушкодження або навіть повної загибелі сходів. Після утворення 2–3 пар листочків буряки стають більш стійкими до низьких температур, але тривале зниження температури може впливати на подальший їх розвиток, при цьому рослини можуть утворювати значну кількість цвітушних пагонів. На початку формування коренеплодів вимоги до тепла зростають, і оптимальна температура в цей період становить 20...25°C. Рослини стійко переносять короточасне осіннє зниження температури до 2...3°C, проте подальше її зниження вже негативно впливає на всю рослину. Особливо це стосується сортів, які утворюють коренеплоди згори (коренеплід занурений у ґрунт лише на 1/3 і 1/4), таких як Опольський та Циліндра. Щодо маточників, зниження температури призводить до пошкодження верхівкової бруньки, а продовольчі коренеплоди, які постраждали від заморозків, довго не зберігаються. Вимоги рослин до вологи також різні і залежать від умов вирощування та особливостей агротехніки. Вважають, що для формування однієї частинки сухої речовини рослини використовують до 300–400 частин ґрунтової вологи. Нестача вологи в ґрунті особливо негативно впливає при високій температурі.

Однак надмір вологості і близькість ґрунтових вод також можуть призводити до проблем. У таких умовах можуть виникати захворювання коренеплодів та раптове зменшення врожаю. Вимоги рослин буряку до водного режиму в різні періоди росту змінюються. Наприклад, для проростання насіння потрібно 70% вологи від його маси, а після появи сходів рослини вимагають підвищеної вологості ґрунту [13].

Ріпчаста цибуля – порівняно холодостійка рослина. Вона легко переносить весняне похолодання. Оптимальна температура для росту листя 15 – 25°C. Цибулю краще розміщувати га другий – третій рік після внесення вапна. Вирощувати цибулю з року в рік на одній ділянці не слід, так як вона сильно уражається хворобами. Повернути на колишнє місце можна не раніше ніж через 2 – 3 роки. Кращими попередниками для цибулі є культури, під які вносили великі дози органічних добрив – огірок, кабачок, горох, томати. Сама цибуля хороший попередник для всіх овочевих культур, окрім часнику, з яким у нього загальні шкідники та хвороби [14].

3 РОЗРАХУНОК РЕЖИМУ ЗРОШЕННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР

3.1 Обґрунтування способу зрошення і техніки поливу

У зоні зрошення в Україні атмосферні опади виступають основним джерелом насичення запасів вологості в ґрунті. Отже, часто використовується система дощування як додатковий метод, доповнюючий атмосферні опади.

Методика зрошення та техніка поливу повинні гарантувати надходження достатньої кількості води для зрошування (m), яка перевищує дефіцит водопостачання (D) у період максимального навантаження поливу, тобто $m \geq D$ [15].

Зрошування - це система заходів та методів, спрямованих на розподіл води на області поливу і перетворення потоку води в ґрунтову і атмосферну вологу.

Оцінка водопроникності ґрунту включає аналіз його механічного складу, мінімальної вологості та швидкості вбирання протягом першої години. Для ґрунту з важким вмістом глини мінімальна вологості складає 25–30%, швидкість вбирання за першу годину менше 5 см/год., що вказує на його низьку водопроникність. Залежно від рівня водопроникності можна рекомендувати метод зрошення: при низькій водопроникності, наприклад, можна використовувати метод дощування із інтенсивністю від 0,1 до 0,2 мм/хв [15].

Ефективне використання дощувальних машин залежить від взаємозв'язку між швидкістю, з якою вода вбирається в ґрунт, і інтенсивністю штучного дощу. Оптимальні умови застосування дощувальних машин включають відповідність між цими параметрами так, щоб дощ проникав в ґрунт без стоку і утворення калюж при заданій нормі поливу. Допустима інтенсивність дощу (для уникнення стоку та утворення калюж при встановленій нормі поливу) становить від 0,1 до 0,2 мм/хв для важких ґрунтів.

При виборі дощувальних машин необхідно враховувати стійкість ґрунту щодо запливання внаслідок ударної сили крапель. На важкосуглинкових ґрунтах можливим є застосування зрошення середньоструменевими дощувальними машинами [15].

Сільськогосподарські культури, з яких складено сівозміну даного масиву зрошення, мають кореневу систему, що проникає на невелику глибину, тобто дощування є найбільш доцільним.

Виходячи із вищесказаного для зрошення даного масиву приймаємо широкозахватні дощувальні машини фронтальної дії «Zimmatic».

Характеристика зрошуваної площі на масиву наведена в табл. 3.1, характеристика дощувальних машин в табл. 3.2 .

Таблиця 3.1 – Характеристика зрошуваної площі

№ поля	Зрошувана площа, га	Модифікація машини	Ширина захвату дощем, м
1	127,9	Zimmatic 376	376
2	81,8	Zimmatic 458	458
3	81,8	Zimmatic 458	458
4	131,9	Zimmatic 376	376
5	131,9	Zimmatic 376	376
6	125,0	Zimmatic 376	376
7	122,3	Zimmatic 376	376
8	129,0	Zimmatic 376	376
9	131,9	Zimmatic376	376
	1063,5		

Таблиця 3.2 – Характеристика дощувальних машин

Модифікація машини	Довжина машини, м	Витрата, л/с	Напір на гідранті, м
Zimmatic 376	376	63	30
Zimmatic 458	458	77	32

3.2 Вибір розрахункового року

При визначенні потреби рослин у воді на ділянці зрошення потрібно розуміти яке загальне водоспоживання рослинами на сівозміні. В практиці проектування гідромеліоративних систем нормативною літературою [15] рекомендовано визначати режим зрошення для року 75 %.

В цій кваліфікаційній роботі в якості критерію для визначення року прийнятої до розрахунку природної вологозабезпеченості (для середньосухого року) прийнято комплексний кліматичний показник. [15].

«Кліматичні чинники (опади, температура і вологість повітря) коливаються в розрізі року і продовж багатьох років. Тому доцільно отримувати їх узагальнену комплексну характеристику за періодами вегетації, характерних за умовами зволоження років. Для розв'язання поставленого завдання необхідно сформувати статистичні ряди із сум атмосферних опадів і середніх температур, дефіцитів та відносної вологості повітря за період вегетації (табл. 3.3). Зачасту є потреба у розрахунках використовують дефіцит або відносну вологість повітря, пов'язаних між собою через температуру, при відсутності в наявності одного із цих метеофакторів» [15].

Таблиця 3.3 – Статистичний ряд спостережень за метеорологічними факторами та метеорологічними комплексами за багаторічний період спостережень (МС Лошкарівка)

Рік	$\sum p$, мм	t, °C	d, мб	la	a, %	Ш	ГТКП	ГТКВ	Е
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1966	210	18,0	9,1	20,6	55,9	4,18	0,065	0,272	878
1967	153	19,2	10,2	22,3	54,3	6,30	0,044	0,279	964
1968	192	19,0	10,9	22,0	50,4	5,39	0,056	0,303	1036
1969	271,9	17,0	9,3	19,4	52,3	3,34	0,089	0,297	908
1970	264,2	17,2	8,3	19,6	57,6	3,09	0,085	0,263	818
1971	180	17,7	9,6	20,3	52,6	5,17	0,057	0,293	931
1972	319	19,6	11,1	22,8	51,4	3,28	0,090	0,296	1045
1973	266,3	16,2	7,8	18,4	57,8	2,90	0,091	0,265	773
1974	265,5	16,0	8,8	18,2	51,7	3,31	0,092	0,304	879

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1975	242,8	19,6	12,1	22,8	46,8	4,70	0,069	0,324	1142
1976	339	16,0	6,1	18,2	66,7	1,78	0,118	0,210	604
1977	349	16,3	7,3	18,5	60,6	2,08	0,119	0,247	727
1978	313	15,7	6,7	17,8	62,6	2,14	0,111	0,237	669
1979	163	18,1	10,3	20,8	50,3	6,12	0,050	0,306	998
1980	292	15,9	6,7	18,1	63,2	2,28	0,102	0,233	665
1981	233	17,5	9,4	20,0	53,1	3,92	0,074	0,291	914
1982	192	16,9	8,0	19,3	58,5	4,06	0,064	0,258	784
1983	358	17,9	9,5	20,5	53,7	2,58	0,111	0,286	923
1984	173	17,4	8,9	19,9	55,1	5,05	0,055	0,279	874
1985	285	16,9	7,6	19,3	60,9	2,61	0,094	0,244	742
1986	153	17,8	10,0	20,4	50,9	6,36	0,048	0,303	973

Тому тут можна скористатися стандартною методикою переходу, яка описується рівнянням

$$a = \left(1 - \frac{d}{l_a}\right) \cdot 100, \quad (3.1)$$

де l_a – пружність насиченого пару, яка залежить від температури повітря, мб.

В даному випадку рекомендується розглянути такі метеорологічні комплекси:

1. Індекс посушливості, який характеризує вологозабезпеченість території, і пов'язує між собою випаровуваність та атмосферні опади.

$$ІП = \frac{\sum E}{\sum P}, \quad (3.2)$$

де $\sum P$ – сума атмосферних опадів за вегетаційний період;

$\sum E$ – сума випаровуваності за той же період, мм.

Випаровуваність за місячні періоди можна розрахувати за формулою М.М. Іванова.

$$E_m = 0,18 (t_m + 25)^2 \left(1 - \frac{a_m}{100}\right), \quad (3.3)$$

де t_m – випаровування за місяць, °С;

a_m – середньомісячний дефіцит вологості повітря, %.

2. Гідротермічний коефіцієнт витрат, який пов'язує між собою атмосферні опади та температуру повітря і його розраховують за формулою

$$\Gamma_{\text{ТКП}} = \frac{\sum P}{\sum t}, \quad (3.4)$$

де $\sum t$ – сума температур повітря за вегетацію, °С.

3. Гідротермічний коефіцієнт витрати, який пов’язує між собою Випаровуваність та температуру повітря і його розраховують за формулою

$$\Gamma_{\text{ТКВ}} = \frac{\sum E}{\sum t} \quad (3.5)$$

Для подальших розрахунків всі статистичні ряди метеорологічних факторів та комплексів розташовують в спадаючому (атмосферні опади, відносна вологість повітря, гідротермічний коефіцієнт прибутку) та наростаючому (температуру та дефіцит вологості повітря, гідротермічний коефіцієнт витрат та індекс посушливості) порядку (табл. 3.4) [15].

Таблиця 3.4 – Статистична обробка основних метеорологічних факторів та розрахованих на їх основі комплексів

№	В спадаючому порядку						В наростаючому порядку							
	Рік	$\sum P$, мм	Рік	a, %	Рік	$\Gamma_{\text{ТКП}}$	Рік	d	Рік	t, °С	Рік	П	Рік	$\Gamma_{\text{ТКВ}}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	1983	358	1976	66,7	1977	0,119	1976	6,1	1978	15,7	1976	1,78	1976	0,210
2	1977	349	1980	63,2	1976	0,118	1978	6,7	1980	15,9	1977	2,08	1980	0,233
3	1976	339	1978	62,6	1983	0,111	1980	6,7	1976	16,0	1978	2,14	1978	0,237
4	1972	319	1985	60,9	1978	0,111	1977	7,3	1974	16,0	1980	2,28	1985	0,244
5	1978	313	1977	60,6	1980	0,102	1985	7,6	1973	16,2	1983	2,58	1977	0,247
6	1980	292	1982	58,5	1985	0,094	1973	7,8	1977	16,3	1985	2,61	1982	0,258
7	1985	285	1973	57,8	1974	0,092	1982	8,0	1982	16,9	1973	2,90	1970	0,263
8	1969	271,9	1970	57,6	1973	0,091	1970	8,3	1985	16,9	1970	3,09	1973	0,265
9	1973	266,3	1966	55,9	1972	0,090	1974	8,8	1969	17,0	1972	3,28	1966	0,272
10	1974	265,5	1984	55,1	1969	0,089	1984	8,9	1970	17,2	1974	3,31	1984	0,279
11	1970	264,2	1967	54,3	1970	0,085	1966	9,1	1984	17,4	1969	3,34	1967	0,279
12	1975	242,8	1983	53,7	1981	0,074	1969	9,3	1981	17,5	1981	3,92	1983	0,286
13	1981	233	1981	53,1	1975	0,069	1981	9,4	1971	17,7	1982	4,06	1981	0,291
14	1966	210	1971	52,6	1966	0,065	1983	9,5	1986	17,8	1966	4,18	1971	0,293
15	1982	193	1969	52,3	1982	0,064	1971	9,6	1983	17,9	1975	4,70	1972	0,296
16	1968	192	1974	51,7	1971	0,057	1986	10,0	1966	18,0	1984	5,05	1969	0,297
17	1971	180	1972	51,4	1968	0,056	1967	10,2	1979	18,1	1971	5,17	1968	0,303
18	1984	173	1986	50,9	1984	0,055	1979	10,3	1968	19,0	1968	5,39	1986	0,303
19	1979	163	1968	50,4	1979	0,050	1968	10,9	1967	19,2	1979	6,12	1974	0,304
20	1967	153	1979	50,3	1986	0,048	1972	11,1	1975	19,6	1967	6,30	1979	0,306

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
21	1986	153	1975	46,8	1967	0,044	1975	12,1	1972	19,6	1986	6,36	1975	0,324

Для комплексної характеристики кліматичних умов протягом періоду вегетації запропонований комплексний кліматичний показник (ККП), який дозволяє враховувати характер формування всіх розглянутих метеофакторів та сформованих на їх основі метеорологічних комплексів, в умовах розрахункового проміжку часу [15]

$$\text{ККП} = \frac{\sum m}{Ln}, \quad (3.6)$$

де $\sum m$ – сума місць, які займають метеофактори і метеорологічні комплекси приведених до порівняльного вигляду статистичних рядів для кожного із розглянутих років спостережень;

L – кількість метеофакторів та метеорологічних комплексів, що оцінюються;

n – кількість членів у статистичному ряді.

З отриманих значень ККП формують статистичний ряд за розглянутими роками спостережень, для якого визначають статистичні показники (табл. 3.5).

Таблиця 3.5 – Комплексний кліматичний показник (ККП) та його статистична обробка

№	Рік	ККП	ККП спадаюча		Зволоженість
			Рік	ККП	
1	2	3	4	5	6
1	1966	0,408	1976	0,918	10
2	1967	0,190	1978	0,857	
3	1968	0,156	1980	0,837	
4	1969	0,449	1977	0,830	
5	1970	0,571	1985	0,728	25
6	1971	0,279	1973	0,660	
7	1972	0,354	1983	0,578	50
8	1973	0,660	1970	0,571	
9	1974	0,490	1982	0,531	
10	1975	0,163	1974	0,490	
11	1976	0,918	1969	0,449	75
12	1977	0,830	1966	0,408	
13	1978	0,857	1981	0,401	
14	1979	0,102	1984	0,367	
15	1980	0,837	1972	0,354	

1	2	3	4	5	
16	1981	0,401	1971	0,279	90
17	1982	0,531	1967	0,190	
18	1983	0,578	1975	0,163	
19	1984	0,367	1968	0,156	
20	1985	0,728	1986	0,129	
21	1986	0,129	1979	0,102	

З достатньою точністю виконання розрахунків режиму зрошення доцільно розділити статистичні ряди по вірогідності перевищення (забезпеченості) із середніх значень за вегетацію по метеофакторах та метеорологічних комплексах на п'ять характерних за умовами зволоження груп: 0 – 20% - дуже волога, 20 – 40% - волога, 40 – 60% - середня, 60 – 80% - суха, 80 – 100% посушлива [15].

На підставі ККП виконують розподіл періодів вегетації багаторічного ряду спостережень, який розподіляють на характерні за зволоженістю групи з різною кількістю членів в кожній з п'яти груп. Для цього за статистичним рядом знаходять амплітуду варіювання ККП за формулою

$$A = \text{ККП}_{\max} - \text{ККП}_{\min} \quad (3.7)$$

де ККП_{\max} , ККП_{\min} – відповідно максимальне та мінімальне значення ККП.

За величиною A знаходять крок переходу від однієї зволоженості до іншої Δ , за виразом $\Delta = A/5$, тобто

$$\Delta = 0,816/5 = 0,1632.$$

Далі в статистичному ряду знаходять границі зміни ККП.

Отже, в результаті статистичного розрахунку отриманий ряд років (1966, 1971, 1972, 1981 і 1984 роки), які за своїми метеорологічними факторами та комплексами найбільше підходять до 75%-ної забезпеченості, тобто тієї забезпеченості, яка потрібна для складання режиму зрошення при проектуванні зрошувальних систем [15].

Усереднені метеофактори (атмосферні опади, температура та дефіцит вологості повітря) за відповідні декади цих років і будуть характерними для року-моделі (табл. 3.6).

Таблиця 3.6 – Розподіл метеорологічних даних за декадами вегетаційного періоду по вибраному року – моделі 75% – ної забезпеченості

Декада	Місяць								
	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Атмосферні опади									
1	11,6	16,8	22,6	7,2	28,8	2,6	3	9	12,2
2	15,6	8,4	8,2	13,4	7,2	19	13,8	20	27
3	9,6	18,6	8,6	8,8	12,4	12,6	11	4,8	18,4
Температура повітря									
1	1,0	7,9	13,7	20,9	20,1	23,6	18,0	13,3	8,5
2	0,8	10,8	16,9	19,1	24,3	23,0	16,3	9,4	3,5
3	4,5	11,6	18,9	21,3	24,3	19,4	14,5	8,2	4,2
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Дефіцит вологості повітря									
1	1,7	4,1	6,0	11,9	8,1	14,2	10,0	4,4	1,3
2	1,7	6,0	9,4	11,0	15,2	13,4	6,9	3,2	1,0
3	1,8	5,2	8,2	11,0	15,9	9,9	6,9	3,1	1,0

3.3 Визначення норм і строків поливу

Поливна норма – об’єм води, який подається на один гектар зрошуваної площі за один полив. Поливна норма вимірюється в м³/га або в мм шару води. Величина поливної норми залежить від водно-фізичних властивостей ґрунту, рельєфу, культури, способу та техніки поливу. Розрахункове (найбільше) значення поливної норми можна визначити за формулою, яку запропонував О.М. Костяков [15]

$$m = 10 \cdot \gamma \cdot H (\beta_{\text{нв}} - \beta_{\text{доп}}), \quad (3.8)$$

де m – розрахункова поливна норма, мм;

H – розрахункова глибина кореневмісного шару ґрунту, м;

γ – щільність розрахункового шару ґрунту, г/см³;

$\beta_{\text{нв}}$ та $\beta_{\text{доп}}$ – вологість ґрунту, яка відповідає найменшій вологості та допустимого порогу висушування, %.

Згідно з формулою (3.8) поливну норму встановлюють, виходячи з умов доведення вологості в розрахунковому шарі ґрунту до найменшої

вологоемності. Вологість $\beta_{\text{НВ}}$ для середньосуглинистих ґрунтів складає 25 – 30% маси сухого ґрунту. Допустимий поріг висушування ґрунту перед поливом залежить від виду та фенологічні фази розвитку сільськогосподарської культури, водно-фізичних властивостей ґрунту. Розрахунковий шар ґрунту, який необхідно зволожити, залежить від літологічної будови зони аерації, гідрогеологічних умов, потужності кореневої системи рослин, товщини дрібнозернистого шару ґрунту, способу поливу. Результати розрахунків поливних норм наведені в табл. 3.7 [15].

Таблиця 3.7 – Розрахунок поливних норм для сільськогосподарських культур сівозміни

Культура, фенологічна фаза розвитку	Формула О. М. Костякова					Достокова поливна норма, $\text{м}^3/\text{га}$	Прийнята поливна норма, $\text{м}^3/\text{га}$
	H, м	γ , г / см^3	$\beta_{\text{НВ}}$, %	$\beta_{\text{доп}}$, %	m, $\text{м}^3/\text{га}$		
1	2	3	4	5	6	7	8
Овочі							
посів-сходи	0,2	1,04	34,70	26,0	180	250	200
утворення суцвіть	0,4	1,10	32,08	25,7	283		250
цвітіння	0,5	1,14	30,94	24,8	351		250
знімальна стиглість	0,5	1,14	30,94	23,2	439		250
Картопля							
посадка	0,5	1,136	30,94	23,2	439	250	250
бутонізація-цвітіння	0,5	1,14	30,94	24,8	351		250
бульбоутворення	0,7	1,20	29,27	23,4	491		250
закінчення росту бадилля	0,7	1,20	29,27	22,0	614		250
Озима пшениця							
відновлення вегетації	0,6	1,22	26,88	20,2	491	250	250
трубкування-колосіння	0,8	1,25	26,06	20,9	521		250
квітіння	0,8	1,25	26,06	19,5	652		250
молочна стиглість	0,8	1,25	26,06	19,5	652		250
Помідори							
посів-сходи	0,2	1,04	34,70	26,0	180	250	200
утворення суцвіть	0,5	1,136	30,94	24,8	351		250
цвітіння	0,7	1,199	29,27	23,4	491		250
знімальна стиглість	0,7	1,199	29,27	22,0	614		250
Люцерна							
відновлення вегетації	0,8	1,25	26,1	19,5	652	400	400
стеблукання-бутонізація	1,0	1,28	25,33	20,3	647		400
цвітіння	1,0	1,278	25,33	19,0	809		400

Режим зрошення – сукупність норм та строків поливу сільськогосподарських культур.

В даній кваліфікаційній роботі розрахунок норм і строків поливу проведемо за біокліматичним методом А. М. та С. М. Алпатьєвих, який широко використовується в Україні для розрахунку проектних і корегування планових режимів зрошення у зв'язку з простотою, доступністю та досить високою достовірністю [15].

Метод базується на залежності водоспоживання сільськогосподарських культур від дефіциту вологості повітря, яка виражається за допомогою відповідної формули

$$E = k_6 \sum d, \quad (3.9)$$

де E – сумарне водоспоживання за будь – який період часу, мм;

k_6 – біокліматичний коефіцієнт витрати вологи на одиницю дефіцитів вологості повітря, мм/мб;

$\sum d$ – сума середньодобових дефіцитів вологості повітря за період часу, мб.

Метод Алпатьєвих ґрунтується на зв'язку між сумарним випаровуванням, дефіцитом вологості повітря та біокліматичними особливостями культур.

Розрахунок режиму зрошення сільськогосподарських культур виконується за біокліматичним методом, розробленим Алпатьєвими.

3.4 Графік поливу сівозміни

Необхідно відобразити режим зрошення для кожної культури у вигляді графіка, на якому будуть вказані строки та кількість поливів протягом вегетаційного періоду, а також витрати води на кожну культуру. Спочатку складають відомість неукомплектованого графіка поливів (табл. 3.8), за якою потім будують не укомплектований графік поливу (рис. 3.1) [15].

Таблиця 3.8 – Відомість неукмплектованого графіка поливів

№ поля	Сільськогосподарська культура	Зрошувана площа поля, га	Зрошувальна норма, м ³ /га	№ поливу	Поливна норма, м ³ /га			Терміни поливу		Тривалість поливу	Поливна витрата, л/с
					нетто	β	брутто	початок	кінець		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Картопля рання + літній посів люцерни	127,9	3600	1	250	0,919	300	06.05	10.05	5	
1	Картопля рання + літній посів люцерни	127,9	3600	2	250	0,919	300	13.05	17.05	5	126
				3	250	0,919	300	24.05	28.05	5	
				4	250	0,89	300	01.06	05.06	5	
				5	250	0,896	300	08.06	12.06	5	
				6	250	0,896	300	14.06	18.06	5	
				7	250	0,896	300	26.06	30.06	5	
				8	250	0,883	300	07.07	11.07	5	
				П	350	0,883	400	13.07	18.07	6	
				1	250	0,886	300	06.08	10.08	5	
				2	250	0,886	300	11.08	15.08	5	
				3	250	0,886	300	21.08	25.08	5	
				4	250	0,928	300	01.09	05.09	5	
				5	250	0,928	300	25.09	29.09	5	
2	Люцерна 2-го року	81,8	4800	1	400	0,919	450	01.05	07.05	7	77
				2	400	0,919	450	11.05	17.05	7	
				3	400	0,896	450	01.06	07.06	7	
				4	400	0,896	450	13.06	19.06	7	
				5	400	0,896	450	21.06	27.06	7	
				6	400	0,883	450	03.07	09.07	7	
				7	400	0,883	450	10.07	16.07	7	
				8	400	0,883	450	18.07	24.07	7	
				9	400	0,886	450	01.08	07.08	7	
				10	400	0,886	450	12.08	18.08	7	
				11	400	0,886	450	22.08	28.08	7	
				12	400	0,928	450	16.09	22.09	7	
3	Люцерна 3-го року	81,8	4800	1	400	0,919	450	01.05	07.05	7	77
				2	400	0,919	450	11.05	17.05	7	
				3	400	0,896	450	01.06	07.06	7	
				4	400	0,896	450	13.06	19.06	7	
				5	400	0,896	450	21.06	27.06	7	
				6	400	0,883	450	03.07	09.07	7	
				7	400	0,883	450	10.07	16.07	7	

				8	400	0,883	450	18.07	24.07	7		
				9	400	0,886	450	01.08	07.08	7		
				10	400	0,886	450	12.08	18.08	7		
				11	400	0,886	450	22.08	28.08	7		
				12	400	0,928	450	16.09	22.09	7		
4	Буряк столовий	131,9	2250	1	250	0,919	300	07.05	11.05	5	126	
				2	250	0,919	300	17.05	21.05	5		
				3	250	0,896	300	01.06	05.06	5		
				4	250	0,896	300	07.06	11.06	5		
				5	250	0,896	300	20.06	24.06	5		
				6	250	0,883	300	01.07	05.07	5		
				7	250	0,883	300	24.07	28.07	5		
				8	250	0,886	300	30.07	03.08	5		
				9	250	0,886	300	23.08	27.08	5		
5	Горох + просо	131,9	3000	1	200	0,919	250	03.05	06.05	4	126	
				2	200	0,919	250	13.05	16.05	4		
				3	250	0,919	300	23.05	27.05	5		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
5	Горох + просо	131,9	3000	4	250	0,896	300	06.06	10.06	5	126	
				5	250	0,896	300	14.06	18.06	5		
				6	250	0,896	300	21.06	25.06	5		
				П	350	0,883	400	12.07	17.07	6		
				1	250	0,886	300	05.08	09.08	5		
				2	250	0,886	300	11.08	14.08	5		
				3	250	0,886	300	19.08	23.08	5		
				4	250	0,928	300	02.09	06.09	5		
				5	250	0,928	300	13.09	17.09	5		
6	Гречка	125,0	2050	1	250	0,919	300	01.05	05.05	5	126	
				2	250	0,919	300	10.05	14.05	5		
				3	250	0,919	300	22.05	26.05	5		
				4	250	0,919	300	04.06	08.06	5		
				5	250	0,896	300	15.06	19.06	5		
				6	250	0,896	300	22.06	26.06	5		
				В	550	0,928	600	01.09	09.09	9		
7	Озима пшениця + зернобобов і на з/к	122,3	2850	1	250	0,922	300	23.04	27.04	5	126	
				2	250	0,919	300	04.05	08.05	5		
				3	250	0,919	300	09.05	13.05	5		
				4	250	0,919	300	16.05	20.05	5		
				5	250	0,896	300	01.06	05.06	5		
				6	250	0,896	300	09.06	13.06	5		
				П	350	0,883	400	13.07	07.07	6		
				1	250	0,886	300	08.08	12.08	5		
				2	250	0,866	300	13.08	07.08	5		
				3	250	0,886	300	23.08	27.08	5		
				4	250	0,928	300	05.09	09.09	5		
8	Помідори	129,0	3050	1	200	0,919	250	08.05	11.05	4		126
				2	200	0,919	250	14.05	17.05	4		
				3	200	0,919	250	20.05	23.05	4		
				4	200	0,919	250	25.05	28.05	4		
				5	250	0,919	300	29.05	02.06	5		

				6	250	0,896	300	06.06	10.06	5	
				7	250	0,896	300	12.06	16.06	5	
				8	250	0,896	300	18.06	22.06	5	
				9	250	0,896	300	24.06	28.06	5	
				10	250	0,883	300	10.07	14.07	5	
				11	250	0,883	300	18.07	22.07	5	
				12	250	0,886	300	01.08	05.08	5	
				13	250	0,886	300	07.08	11.08	5	
9	Цибуля	131,9	1900	1	200	0,919	250	06.05	09.05	4	126
				2	200	0,919	250	11.05	14.05	4	
				3	250	0,896	300	07.06	11.06	5	
				4	250	0,896	300	16.06	20.06	5	
				5	250	0,896	300	22.06	27.06	5	
				6	250	0,883	300	03.07	07.07	5	
				7	250	0,886	300	07.08	11.08	5	
				8	250	0,886	300	13.08	22.08	5	

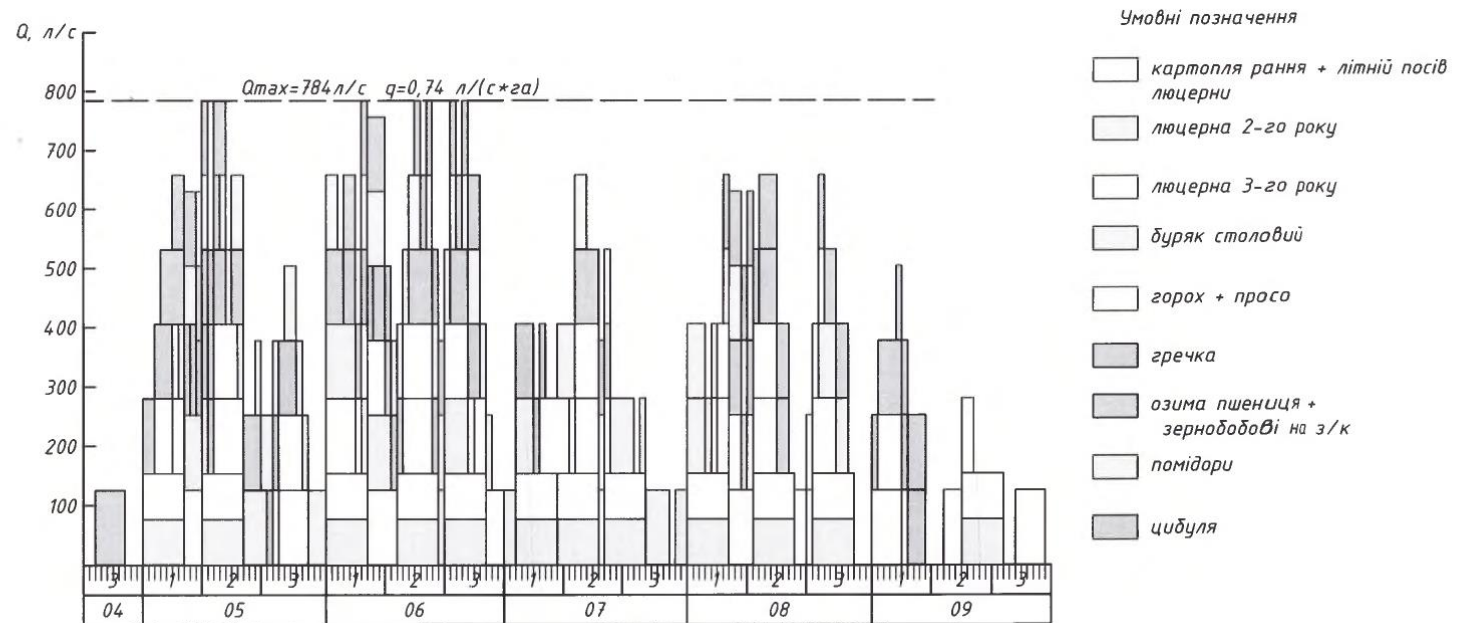


Рисунок 3.1 – Неуккомплектований графік поливів дв'ятипільної польової сівозміни

Тривалість поливу визначають за формулою

$$t = \frac{F \cdot m \cdot \beta}{3,6 \cdot Q_m \cdot \tau \cdot k_{зм}} \quad (3.10)$$

де F – зрошувана площа поля, га;

$m_{бр}$ – поливна норма брутто, м³/га;

Q_m – витрата дощувальної машини, л/с (приймають за технічними характеристиками дощувальних машин, табл. 3.2);

τ – тривалість поливу протягом доби, год. (в даній кваліфікаційній роботі прийнято полив у дві зміни по 8 год, тобто $\tau = 16$ год);

β – коефіцієнт, що враховує втрати води при поливі ($\beta = 1,1$);

$k_{зм}$ – коефіцієнт, що враховує втрати робочого часу на підготовчо-заклучні роботи і холості перегони.

«При аналізі неукмплектованого графіка поливів можна помітити, що він не може бути прийнятий для практичного використання, так як він характеризується різким коливанням загальних поливних витрат, має періоди з великою завантаженістю поливали і перерви в подачі води.

У зв'язку з тим, що зрошувальні трубопроводи, гідротехнічні споруди та насосні станції необхідно розраховувати на максимальну поливну витрату, реалізація неукмплектованого графіка у виробництві привела б до значних затрат на будівництво зрошувальної мережі та її експлуатацію. Для того, щоб виключити недоліки такого графіка, його необхідно перебудувати (укомплектувати) таким чином, щоб величини сумарних втрат протягом всього поливного періоду були б однаковими або близькими. При цьому гідромодуль повинен бути не більше 0,7 л/(с·га), а максимальні витрати повинні спостерігатися не менше як 10 діб» [15].

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

$$q = \frac{Q}{F} \quad (3.11)$$

Таблиця 3.9 – Відомість укомплектованого графіка поливів

№ поля	Сільськогосподарська культура	Зрошувана площа поля, га	Зрошувальна норма, м ³ /га	№ поливу	Поливна норма, м ³ /га			Терміни поливу		Тривалість поливу	Поливна витрата, л/с
					нетто	β	брутто	початок	кінець		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Картопля рання + літній посів люцерни	127,9	3600	1	250	0,919	300	06.05	10.05	5	126
				2	250	0,919	300	15.05	19.05	5	
				3	250	0,919	300	24.05	28.05	5	
				4	250	0,890	300	01.06	05.06	5	
				5	250	0,896	300	08.06	12.06	5	
				6	250	0,896	300	14.06	18.06	5	
				7	250	0,896	300	26.06	30.06	5	
				8	250	0,883	300	07.07	11.07	5	
				П	350	0,883	400	13.07	18.07	6	
				1	250	0,886	300	06.08	10.08	5	
				2	250	0,886	300	11.08	15.08	5	
				3	250	0,886	300	21.08	25.08	5	
				4	250	0,928	300	01.09	05.09	5	
				5	250	0,928	300	25.09	29.09	5	
2	Люцерна 2- го року	81,8	4800	1	400	0,919	450	01.05	07.05	7	77
				2	400	0,919	450	11.05	17.05	7	
				3	400	0,896	450	01.06	07.06	7	
				4	400	0,896	450	13.06	19.06	7	
				5	400	0,896	450	21.06	27.06	7	
				6	400	0,883	450	03.07	09.07	7	
				7	400	0,883	450	10.07	16.07	7	
				8	400	0,883	450	18.07	24.07	7	
				9	400	0,886	450	01.08	07.08	7	
				10	400	0,886	450	12.08	18.08	7	
				11	400	0,886	450	22.08	28.08	7	
				12	400	0,928	450	16.09	22.09	7	
3	Люцерна 3- го року	81,8	4800	1	400	0,919	450	01.05	07.05	7	77
				2	400	0,919	450	11.05	17.05	7	
				3	400	0,896	450	01.06	07.06	7	
				4	400	0,896	450	13.06	19.06	7	
				5	400	0,896	450	21.06	27.06	7	
				6	400	0,883	450	03.07	09.07	7	
				7	400	0,883	450	10.07	16.07	7	
				8	400	0,883	450	18.07	24.07	7	
				9	400	0,886	450	01.08	07.08	7	
				10	400	0,886	450	12.08	18.08	7	
				11	400	0,886	450	22.08	28.08	7	
				12	400	0,928	450	16.09	22.09	7	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4	Буряк столовий	131,9	2250	1	250	0,919	300	07.05	11.05	5	126
				2	250	0,919	300	17.05	21.05	5	
				3	250	0,896	300	01.06	05.06	5	
				4	250	0,896	300	07.06	11.06	5	
				5	250	0,896	300	20.06	24.06	5	
				6	250	0,883	300	01.07	05.07	5	
				7	250	0,883	300	24.07	28.07	5	
				8	250	0,886	300	30.07	03.08	5	
				9	250	0,886	300	23.08	27.08	5	
5	Горох + просо	131,9	3000	1	200	0,919	250	03.05	06.05	4	126
				2	200	0,919	250	13.05	16.05	4	
				3	250	0,919	300	23.05	27.05	5	
				4	250	0,896	300	06.06	10.06	5	
				5	250	0,896	300	14.06	18.06	5	
				6	250	0,896	300	21.06	25.06	5	
				П	350	0,883	400	12.07	17.07	6	
				1	250	0,886	300	05.08	09.08	5	
				2	250	0,886	300	11.08	14.08	5	
				3	250	0,886	300	19.08	23.08	5	
				4	250	0,928	300	02.09	06.09	5	
				5	250	0,928	300	13.09	17.09	5	
				6	Гречка	125,0	2050	1	250	0,919	
2	250	0,919	300					10.05	14.05	5	
3	250	0,919	300					22.05	26.05	5	
4	250	0,919	300					04.06	08.06	5	
5	250	0,896	300					15.06	19.06	5	
6	250	0,896	300					22.06	26.06	5	
В	550	0,928	600					01.09	09.09	9	
7	Озима пшениця + зернобобов і на з/к	122,3	2850	1	250	0,922	300	23.04	27.04	5	126
				2	250	0,919	300	04.05	08.05	5	
				3	250	0,919	300	09.05	13.05	5	
				4	250	0,919	300	16.05	20.05	5	
				5	250	0,896	300	31.05	04.06	5	
				6	250	0,896	300	09.06	13.06	5	
				П	350	0,883	400	13.07	07.07	6	
				1	250	0,886	300	08.08	12.08	5	
				2	250	0,866	300	13.08	07.08	5	
				3	250	0,886	300	23.08	27.08	5	
				4	250	0,928	300	05.09	09.09	5	
8	Помідори	129,0	3050	1	250	0,919	250	08.05	11.05	4	126
				2	250	0,919	250	14.05	17.05	4	
				3	250	0,919	250	20.05	23.05	4	
				4	250	0,919	250	25.05	28.05	4	
				5	250	0,919	300	29.05	02.06	5	
				6	250	0,896	300	05.06	09.06	5	
				7	250	0,896	300	12.06	16.06	5	
				8	250	0,896	300	19.06	23.06	5	
				9	250	0,896	300	24.06	28.06	5	
				10	250	0,883	300	10.07	14.07	5	

				11	250	0,883	300	18.07	22.07	5	
				12	250	0,886	300	01.08	05.08	5	
				13	250	0,886	300	07.08	11.08	5	
9	Цибуля	131,9	1900	1	200	0,919	250	06.05	09.05	4	126
				2	200	0,919	250	12.05	15.05	4	
				3	250	0,896	300	10.06	14.06	5	
				4	250	0,896	300	17.06	21.06	5	
				5	250	0,896	300	25.06	30.06	5	
				6	250	0,883	300	03.07	07.07	5	
				7	250	0,886	300	07.08	11.08	5	
				8	250	0,886	300	13.08	22.08	5	

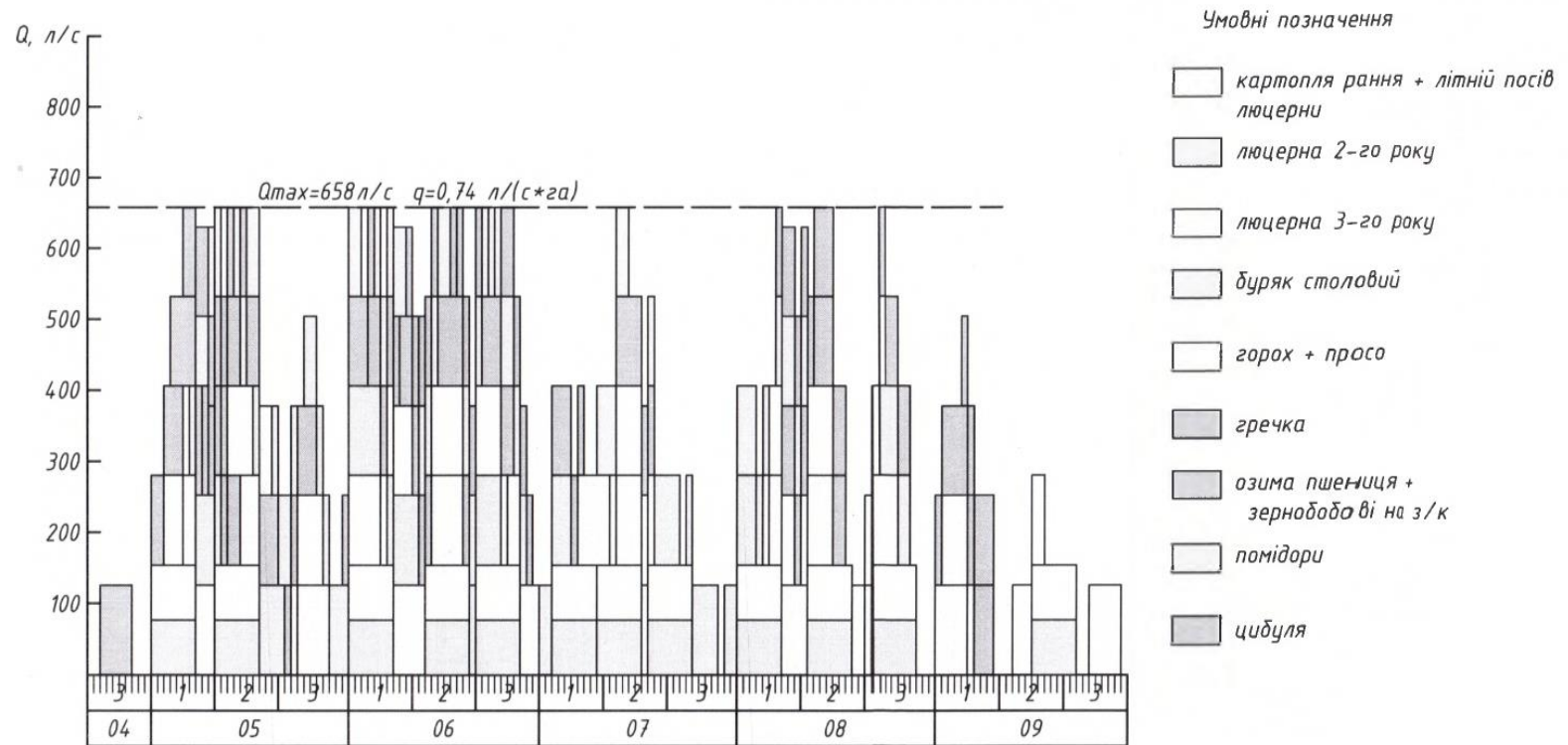


Рисунок 3.2 – Укомплектований графік поливів дв'ятипільної польової сівозміни

В неуккомплектованому графіку поливів максимальний гідромодуль складає 0,74 л/(с·га). При цьому повинно працювати 12 машин. Максимальна витрата спостерігається 8 днів, що не раціонально для насосної станції.

Укомплектування проводимо за рахунок зміщення дат поливу (на 2-5 діб). Укомплектований графік поливу наведено на рис. 3.2. За даними укомплектованого графіка поливів заповнюємо відомість укомплектованого графіка поливів аналогічно відомості не укомплектованого графіка (табл. 3.9).

Із врахуванням складеного графіка поливів ми визначаємо максимальну кількість одночасно працюючих машин та максимальні витрати води, які потрібно подавати на сівозміну. Це означає, що необхідно провести гідравлічні розрахунки для зрошувальної мережі та визначити параметри насосної станції.

Після укомплектування графіка поливів максимальна кількість одночасно працюючих машин зменшилась з 12 до 10, максимальна витрата, що необхідно подати на сівозміну складає 658 л/с, при цьому гідромодуль дорівнює 0,62 л/с.

Максимальна витрата спостерігається 658 днів, що є цілком прийнятна для вирішення практичних завдань.

4 ПРОЄКТУВАННЯ ЗРОШУВАЛЬНОЇ МЕРЕЖІ

4.1 Визначення конструкції зрошувальної мережі

Ми розробляємо систему зрошення для поливу фронтальними дощувальними машинами «Zimmatic» у формі закритих трубопроводів.

Вибір конфігурації розташування системи зрошення залежить від розташування джерела води для зрошення, рельєфу території, характеристик масиву, а також від параметрів та умов ефективної роботи дощувальних машин.

Зрошувальна система у формі закритої мережі на масиві для поливу включає в себе магістральний (головний) трубопровід, розподільчі трубопроводи різних рівнів та польові трубопроводи. Магістральний трубопровід (МКр) відправляє воду від пункту взяття води до зрошуваного масиву, розподіляючи її між розподільними трубопроводами першого рівня (міжгосподарськими або господарськими). З розподільників першого рівня (1-Кр) вода подається в розподільники другого, третього тощо (1-Кр.1), і потім до дощувальних машин. Планове розташування польових трубопроводів визначає схему роботи та розміри, призначені для ефективного поливу за допомогою дощувальних машин.

Розрахункові витрати приймаємо по сумарній витраті одночасно працюючих дощувальних машин у відповідності з графіком поливів. Мережа розрахована на повне опорожнення. Для цього у понижених місцях і в кінцях трубопроводів передбачаємо водовипуски. У підвищених ділянках для випуску повітря встановлюємо вантузи.

Для забезпечення кращого обслуговування трубопроводів по можливості їх прокладаємо вздовж доріг.

4.2 Гідравлічний розрахунок закритої тупикової зрошувальної мережі

Для визначення витрат трубопроводів використовується інформація про кількість одночасно працюючих машин, яку визначаємо за графіком поливів, і витрату води кожної конкретної дощувальної машини. Розрахунок витрат трубопроводів виконується з урахуванням необхідності забезпечення одночасної роботи максимальної кількості дощувальних машин на полях, розташованих далеко від місця взяття води. Також береться до уваги технологія поливу, наприклад, одна дощувальна машина на поле або два поля.

Всі розрахунки проводимо в табличній формі (табл. 4.1). Витрати для прийнятої схеми (рис. 4.1) підбираємо з умов, що для кожної дощувальної машини вони повинні подаватися в розмірі 63 і 77 л/с з урахуванням ККД внутрішньогосподарської закритої зрошувальної мережі (98%) по кожному польовому трубопроводу необхідно пропустити витрати 64,3 і 78,6 л/с.

Гідравлічний розрахунок зрошувальної мережі виконується з метою визначення оптимальних діаметрів трубопроводів, швидкості руху води, втрат напору в трубопроводах та повного напору насосної станції.

Таблиця 4.1 – Гідравлічний розрахунок трубопроводів (перше наближення)

Найменування трубопроводу	Ділянка	Довжина, м	Витрати, л/с	Марка трубопроводу	Внутрішній діаметр, мм	▼ПЛК Д	Швидкість руху води, м/с	Втрати напору, м		▼ПЛП Д
								hl	hw	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1 Кр	НСП-1	29	643	ПС80	600	113,17	2,28	0,22	0,24	113,41
	1 – 2	786	321,5	ПС80	500	109,15	1,64	3,66	4,02	113,17
	2 – 3	410	128,6	ПС80	350	100,73	1,34	1,82	2,00	102,73
1 КР 1	3 – 4	1059	64,3	ПС80	250	93,8	1,31	6,30	6,93	100,73
	1 – 5	410	128,6	ПС80	350	101,43	1,34	1,82	2,00	103,43
1 КР 2	5 – 6	1059	64,3	ПС80	250	94,5	1,31	6,30	6,93	101,43
	1 - 7	674	192,9	ПС80	400	105,06	1,54	3,44	3,79	108,85
	7 – 8	1144	128,6	ПС80	350	99,49	1,34	5,06	5,57	105,06
1 КР 3	8 – 9	1113	64,3	ПС80	250	92,2	1,31	6,63	7,29	99,49
	2 – 10	674	192,9	ПС80	400	105,36	1,54	3,44	3,79	109,15
	10 – 11	1144	128,6	ПС80	350	99,79	1,34	5,06	5,57	105,36
2 КР	11 – 12	1113	64,3	ПС80	250	92,5	1,31	6,63	7,29	99,79
	НСП – 13	40	571,6	ПС80	600	124,69	2,02	0,24	0,26	124,95

	13 – 15	746	378,7	ПЄ80	500	119,39	1,92	4,81	5,30	124,69
	15 – 19	694	314,4	ПЄ80	500	115,99	1,60	3,09	3,40	119,39
	19 – 22	1710	157,2	ПЄ80	350	103,55	1,63	11,3 1	12,4 4	115,99
	22 – 23	843	78,6	ПЄ80	250	95,3	1,60	7,50	8,25	103,55
2 КР – 1	13 – 14	1022	64,3	ПЄ80	250	94,2	1,31	6,08	6,69	100,89
2 КР – 2	13 – 17	1261	128,6	ПЄ80	350	100,03	1,34	5,58	6,14	106,17
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2 КР – 2	17 – 18	1119	64,3	ПЄ80	250	92,7	1,31	6,66	7,33	100,03
2 КР – 3	15 – 16	1022	64,3	ПЄ80	250	93,8	1,31	6,08	6,69	100,49
2 КР – 4	19 – 20	567	157,2	ПЄ80	350	103,45	1,63	3,75	4,13	107,58
	20 – 21	1119	78,6	ПЄ80	250	92,5	1,60	9,95	10,9 5	103,45

В якості матеріалів для трубопроводів зрошувальної мережі використовуємо поліетиленові труби. Економічно найвигідніші діаметри трубопроводів (мм) визначимо 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.

Швидкість руху в поліетиленових трубах приймаємо рівною 1 – 2 м/с. Мінімуму припустиме значення цієї швидкості обумовлене потребою уникнення засмічення труб відкладенням. Збільшення швидкості дозволяє зменшити діаметр труб, що в свою чергу зменшує їхню вартість, але призводить до підвищення напору. У цьому випадку необхідно збільшувати потужність насосної станції, при цьому зростає ризик виникнення гідравлічного удару.

За обчисленим діаметром приймаємо найближчий стандартний діаметр трубопроводу і уточнюємо швидкість руху води

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

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

Фактичну швидкість руху води прирівнюємо 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. В даному випадку забір води здійснюється із річки, тобто 0,2 м/с. Якщо фактична швидкість води буде менше допустимої на замулювання, то необхідно зменшити діаметр трубопроводу.

Визначення втрат напору вздовж трубопроводу можливо здійснити за допомогою рівняння

$$h = L \cdot 1000i, \quad (4.3)$$

де L – довжина трубопроводу на ділянці (км);

$1000i$ – значення гідравлічного похилу.

Втрати напору при подоланні місцевих опорів вважаються аналогічними гідравлічним опорам на довгих трубопроводах, тобто $h_m = 0,1 \cdot hl$ тоді загальні втрати в трубопроводі (ділянці) визначають як

$$h_w = h_l + h_m \quad (4.4)$$

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

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

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;

$\nabla h_{\text{маш}}$ – втрати напору в машині за рахунок нерівностей на полі;

$\nabla h_{\text{гідр.}}$ – втрати напору на гідранті, м.

Відмітка п'езометричної лінії на початку трубопроводу буде дорівнювати відмітці п'езометричної лінії на кінці відрізка, плюс загальні втрати напору в цьому трубопроводі (на цьому відрізку).

$$\nabla_{\text{плп}} = \nabla_{\text{плк}} + h_w.$$

В другому наближенні ми проводимо послідовні розрахунки від початку мережі (від насосної станції) до кінцевих гідрантів (див. таблицю 4.2 та рисунок 4.2). Таким чином, перше наближення є необхідним для визначення потрібної відмітки п'єзометричного рівня на початку всієї мережі, а друге наближення використовується для безпосереднього підбору діаметрів трубопроводів і визначення напору на кожному вузлі зрошувальної мережі.

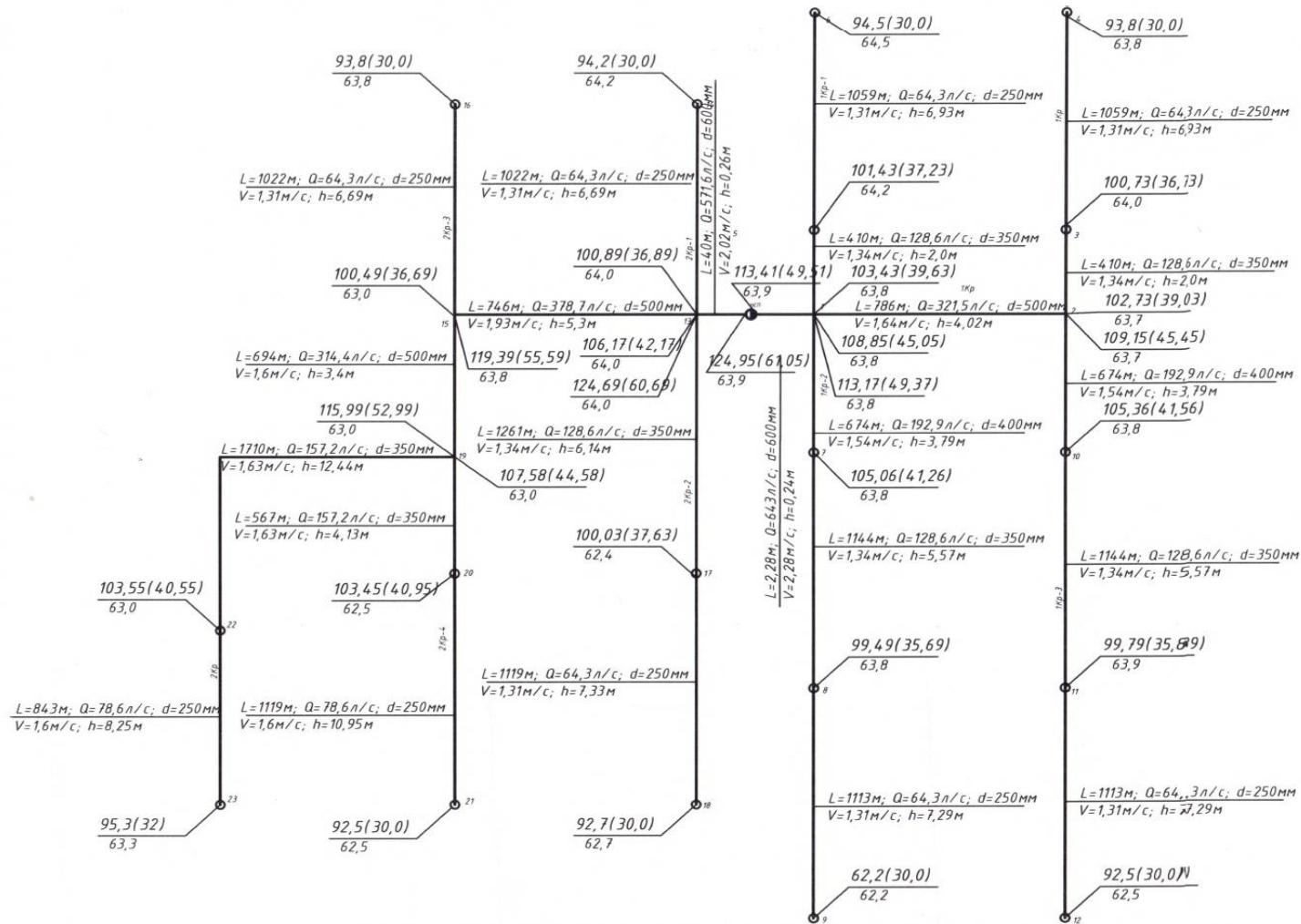


Рисунок 4.1 – Схема до гідравлічного розрахунку зрошувальної мережі (перше наближення)

Таблиця 4.2 – Гідравлічний розрахунок трубопроводів (друге наближення)

Найменування трубопроводу	Ділянка	Довжина, м	Витрати, л/с	Марка трубопроводу	Внутрішній діаметр, мм	▼ПЛК Д	Швидкість руху води, м/с	Втрати напору, м		▼ПЛП Д
								hl	hw	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1Кр	НСП-1	29	643	ПЄ80	600	113,17	2,28	0,22	0,24	113,41
	1 – 2	786	321,5	ПЄ80	500	109,15	1,64	3,66	4,02	113,17
	2 – 3	410	128,6	ПЄ80	350	100,73	1,34	1,82	2,00	102,73
	3 – 4	1059	64,3	ПЄ80	250	93,8	1,31	6,30	6,93	100,73
1 КР 1	1 – 5	410	128,6	ПЄ80	350	101,43	1,34	1,82	2,00	103,43
	5 – 6	1059	64,3	ПЄ80	250	94,5	1,31	6,30	6,93	101,43
1 КР 2	1 - 7	674	192,9	ПЄ80	400	105,06	1,54	3,44	3,79	108,85
	7 – 8	1144	128,6	ПЄ80	350	99,49	1,34	5,06	5,57	105,06
	8 – 9	1113	64,3	ПЄ80	250	92,2	1,31	6,63	7,29	99,49
1 КР 3	2 – 10	674	192,9	ПЄ80	400	105,36	1,54	3,44	3,79	109,15
	10 – 11	1144	128,6	ПЄ80	350	99,79	1,34	5,06	5,57	105,36
	11 – 12	1113	64,3	ПЄ80	250	92,5	1,31	6,63	7,29	99,79
2 КР	НСП – 13	40	571,6	ПЄ80	600	124,69	2,02	0,24	0,26	124,95
	13 – 15	746	378,7	ПЄ80	500	119,39	1,92	4,81	5,30	124,69
	15 – 19	694	314,4	ПЄ80	500	115,99	1,60	3,09	3,40	119,39
	19 – 22	1710	157,2	ПЄ80	350	103,55	1,63	11,31	12,44	115,99
	22 – 23	843	78,6	ПЄ80	250	95,3	1,60	7,50	8,25	103,55
2 КР – 1	13 – 14	1022	64,3	ПЄ80	250	94,2	1,31	6,08	6,69	100,89
2 КР – 2	13 – 17	1261	128,6	ПЄ80	350	100,03	1,34	5,58	6,14	106,17
2 КР – 2	17 – 18	1119	64,3	ПЄ80	250	92,7	1,31	6,66	7,33	100,03
2 КР – 3	15 – 16	1022	64,3	ПЄ80	250	93,8	1,31	6,08	6,69	100,49
2 КР – 4	19 – 20	567	157,2	ПЄ80	350	103,45	1,63	3,75	4,13	107,58
	20 – 21	1119	78,6	ПЄ80	250	92,5	1,60	9,95	10,95	103,45

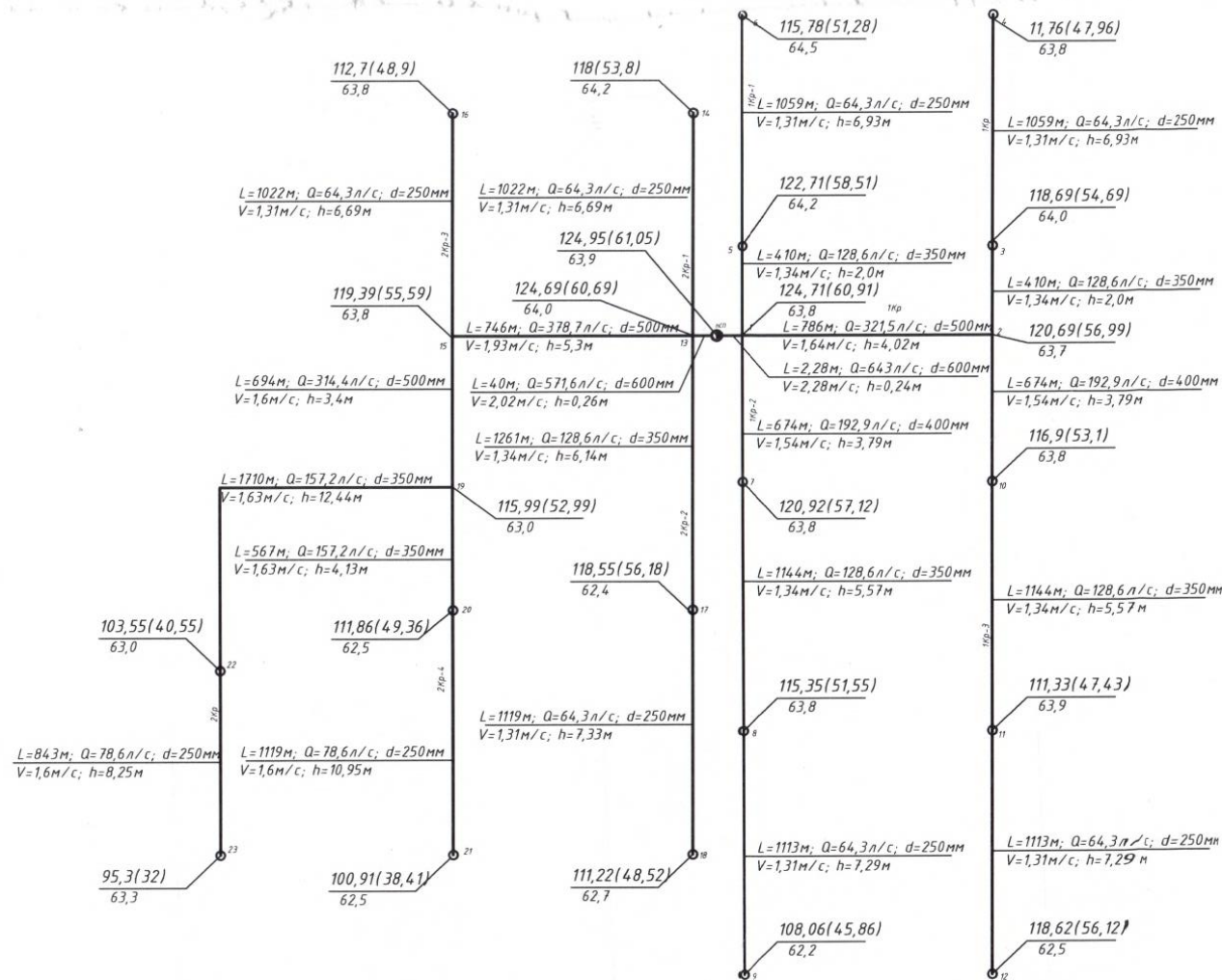


Рисунок 5.2 – Схема до гідравлічного розрахунку зрошувальної мережі (друге наближення)

Повний напір насосної станції розраховуємо за формулою

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

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, які визначаємо для самого невідгідного випадку роботи мережі (з найбільшими втратами напору), що приймається на основі порівняльних розрахунків, 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 з кінці одного з віддалених польових трубопроводів, м.

В даному випадку отримуємо

$$H = 124,95 - 63,9 = 61,05 \text{ м.}$$

Потрібна потужність насосної станції визначається за формулою

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

де, ρ – густина води, $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$;

g - прискорення вільного падіння, $g = 9,81 \text{ м/с}^2$;

Q – розрахункові витрати насосні станції, $\text{м}^3/\text{с}$;

H – повний напір насосної станції, м;

η_n – ККД насоса;

$\eta_{\text{дв}}$ – ККД двигуна;

1,03 – коефіцієнт, що враховує внутрішньостанційні втрати на НС.

Для приблизних розрахунків можна вважати $\eta_n = 0,85$, $\eta_{\text{дв}} = 0,8$.

$$N = \frac{1000 \cdot 9,81 \cdot 0,672 \cdot 61,05}{1000 \cdot 0,85 \cdot 0,8} = 592 \text{ кВт.}$$

Таким чином потрібна потужність насосної станції 592 кВт.

4.3 Проектування поздовжніх профілів зрошувальних трубопроводів

Поздовжні профілі зрошувальної мережі складають з метою:

- встановлення висоти траншеї, верху і центральної осі трубопроводів;
- визначення обсягів земельних робіт;
- визначення місцезнаходження гідротехнічних споруд.

Креслення поздовжнього профілю складається на основі горизонтального плану. Масштаб для поздовжнього профілю вибирається, враховуючи рельєф місцевості та довжину запроєктованої мережі. Горизонтальний масштаб приймається 1:10000, а вертикальний - 1:100.

«Проектування поздовжнього профілю зрошувального трубопроводу 2-КР проводимо в такій послідовності» [16].

1. Після визначення пікетажу вздовж розрахункової траси заповнюємо таблицю зі значеннями "пікетів".
2. «Створюємо профіль поверхні землі вздовж розрахункової траси, використовуючи отримані відмітки в точках перетину горизонталей із трасою» [16].
3. Записуємо в першому рядку відмітки поверхні землі на кожному пікеті, визначаючи їх графічно за намальованою лінією поверхні землі.
4. «На поздовжньому профілі виділяємо ділянки, які мають однаковий середній нахил поверхні. Визначаємо цей нахил і заповнюємо другий рядок таблиці під профілем. З використанням цього нахилу проводимо проектування трубопроводу на визначеній ділянці» [16].
5. «Глибину залягання трубопроводів $h_{тр}$ приймаємо в залежності від глибини промерзання ґрунтів та з умов не пошкодження трубопроводу поверхневим навантаженнями. Трубопроводи закритої зрошувальної мережі можна прокладати на глибині 1,00 – 1,25 м, так як на цій глибині деформації ґрунту внаслідок замерзання та відтавання незначні» [16].

6. Відмітки дна траншеї визначаємо за формулою

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

де D – зовнішній діаметр трубопроводу.

7. «Відмітка верху, дна, осі трубопроводу розраховуємо в залежності від відмітки дна траншеї, діаметр труби та способи закладки трубопроводу, а також значень похилів» [16].

Особливо важливо при проектуванні повздовжніх профілів трубопроводів:

- не допускати переломних ділянок зі зворотним або нульовими похилами, де може залишатись вода при звільненні трубопроводів. Якщо не вдається повністю уникнути таких ділянок, то трубопроводів проектують з мінімально допустимим похилом, рівним 0,0005.

8. В найнижчих точках перегину трубопроводу необхідно передбачати споруди для звільнення трубопроводу, а в верхніх – вантузи для випуску повітря.

9. Поперечний переріз траншеї з наявністю всіх відміток та розмірів креслять на одному – двох характерних пікетах в масштабі 1:50, 1:100.

10. «Ширину траншеї по дну b для азбестоцементних та залізобетонних труб приймають в залежності від діаметра труб» [17].

Повздовжній профіль розміщено на лист 2.

4.4 Проектування гідротехнічних споруд на зрошувальній мережі

Для забезпечення нормальної експлуатації закритої зрошувальної мережі необхідно передбачити встановлення спеціальних споруд на трубопроводах.

1. Розподільні (оглядові) колодязі або вузли призначені для контролю за розподілом води між окремими сегментами стаціонарної закритої системи зрошування. З цією метою в розподільних колодязях, що розташовані на

початку польових та розподільних трубопроводів різних рівнів, які відгалужуються від трубопроводів вищого рівня, встановлюють засувки. На розподільних трубопроводах останнього рівня (ділянкових) засувки розміщують на розгалуженнях польових трубопроводів. В деяких випадках відгалуження молодших розподільних або польових трубопроводів від старших влаштовують без засувок. Сполучна арматура може бути чавунна, стальна або залізобетонна. Розподільні колодязі в таких випадках, як правило, передбачають типовими [17-18].

В останні роки використовують безколодязні розподільчі вузли, де для поліпшення обслуговування регулюючу арматуру виносять на поверхню землі. Такі розподільчі вузли можуть бути об'єднані з вантузами (РВ), скидними спорудами (РС) або гідрантами (РГ) для забезпечення ефективного функціонування.

Зрошувальні трубопроводи, які отримують воду по черзі, оснащують засувками. У випадку колективної роботи трубопроводів може бути встановлена одна засувка для всієї групи трубопроводів, які працюють одночасно. Для таких трубопроводів передусім використовують водопровідну чавунну арматуру, яка розрахована на високий тиск [17-18].

1. Гідранти-водовипуски використовуються для виведення води із трубопроводів на рівень вище поверхні землі та подальшого напрямлення її до дощувальних машин. Зазвичай їх розміщують на польових трубопроводах, і відстань між ними залежить від параметрів та умов використання дощувальних пристроїв.

2. При використанні азбестоцементних та залізобетонних труб довжиною 5 метрів відстань між гідрантами-водовипусками повинна дорівнювати відповідній кількості труб та двометровій вставці із сталевих труб для установки стояка гідранта.

Скидні колодязі використовуються для відведення води з закритої системи під час зимового періоду та під час проведення ремонтних робіт. Вода відводиться по спеціальному відгалуженню трубопроводу в природні

пониження місцевості, кювети доріг або в колекторно-дренажну систему, оскільки на зрошувальних системах з закритою мережею спеціальної скидної мережі не передбачено. Замість скидних колодязів краще застосовувати скидні гідранти, з якого більша частина води виливається самопливно через кран, а залишок відкачується додатковими пересувними НС, або агрегатами ДДН-70.

3. Протигідравлічні пристрої призначені для уникнення або зменшення імпульсу гідравлічного удару, що виникає при раптовому вимкненні насосів або при перерві подачі електроструму. Гасники удару розташовуються на напірному трубопроводі безпосередньо після зворотного клапана, який захищає насосну станцію від гідравлічного удару на всій довжині трубопроводу [17-18].

Вантузи призначені для автоматичного виведення повітря з трубопроводу, яке може накопичуватися в ньому. Зазвичай їх встановлюють в підвищених точках трубопроводу.

В даній кваліфікаційній роботі передбачено 172 гідранти для підключення дощувальних машин, 14 оглядових колодязів, 8 вантузів і 7 скидних споруд.

5 ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ НАСОСНОЇ СТАНЦІЇ

5.1 Вибір гідромеханічного обладнання та аналіз режимів його роботи

5.1.1 Визначення числа і вибір марки основних насосів

Кількість основних насосних агрегатів на автоматизованій насосній станції визначають виходячи з максимальної витрати закритої зрошувальної мережі, та дотримуючись основних положень.

Максимальну витрату зрошувальної мережі при дощуванні визначають за формулою

$$Q_{max} = K \cdot Q \cdot n, \quad (5.1)$$

де K – коефіцієнт, який враховує втрати води з закритої мережі ($K=1,02$);

Q – витрата дощувальної машини, л/с;

n – кількість одночасно працюючих дощувальних машин.

Для даного випадку отримуємо

$$Q_{max} = 672 \text{ л/с.}$$

Насосна станція повинна забезпечувати подачу води при будь – яких можливих комбінаціях роботи поливного устаткування. В даному випадку доцільно застосовувати насоси типу Д, так як вони спроможні забезпечити потрібний напір насосної станції

$$H = \nabla_B - \nabla_p + h_{ст}, \quad (5.2)$$

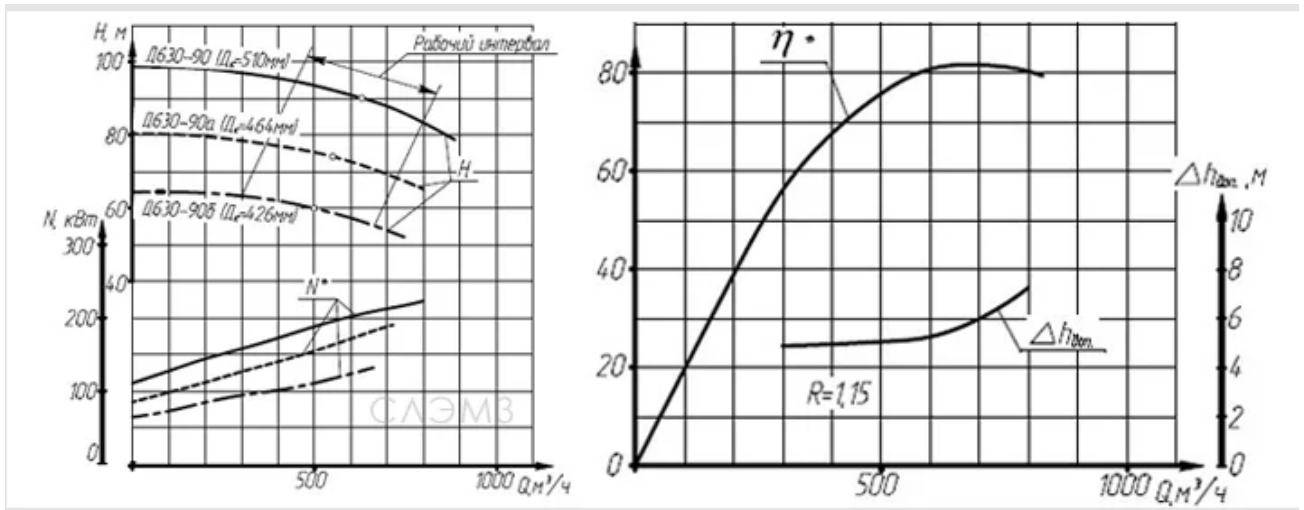
де ∇_B - відмітка п'єзометричної лінії на НС, м;

∇_p - мінімальний рівень води в регулюючому басейні, м;

$h_{ст}$ – гідравлічні втрати напору на комунікаціях усереднені станції, м.

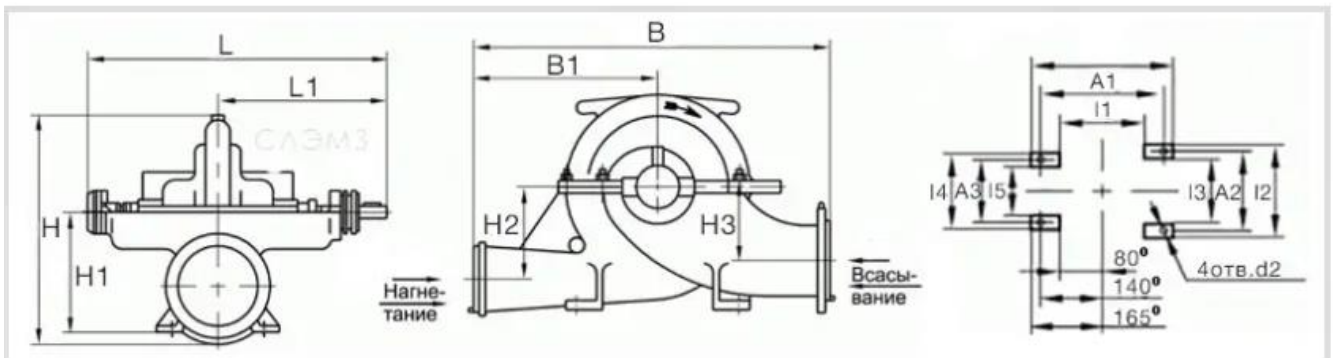
$$H = 124,95 - 63,9 + 1,5 = 62,55 \text{ м.}$$

Відповідно до каталогу насосів для нашого випадку (при $Q = 672 \text{ л/с}$ і $H = 62,55 \text{ м}$) найкраще підходить насос марки Д630-90 ($D = 470 \text{ мм}$). Для



забезпечення максимальної витрати приймаємо чотири насоси. Робоча характеристика та ескіз з габаритними розмірами даного насоса наведено на рис. 5.1 і 5.2 [19].

Рисунок 5.1 – Робоча характеристика насоса Д630 – 90



Насос	LxВxH, мм	L1	I	I1	I2	I3	I4	B1	H1	H2	H3	d3
Д 630-90	1160x1250x890	640	850	450	500	230	500	648	480	335	243	60к6

Рисунок 5.2 – Ескіз з габаритними розмірами насоса Д630 – 90

5.1.2 Визначення марки допоміжних насосів

Для заповнення водою і підтримання напору в закритій зрошувальній мережі при відключеній поливній техніці на насосній станції необхідно застосовувати два допоміжних (бустерних) насоса.

При сталій напірній характеристиці основного насоса встановлюємо два допоміжних насоса на сумарну подачу (л/с), яка дорівнює величині втрат води з мережі. В нашому випадку

$$Q_{\text{б}} = 0,02Q_{\text{max}}, \quad (5.3)$$

де Q_{max} - максимальна витрата, л/с.

$$Q_{\text{б}} = 0,02 \cdot 672 = 13,4 \text{ л/с.}$$

Розрахунковий напір допоміжного насоса $H_{\text{Б}}$ визначається за характеристикою мережі $H_{\text{М}} = f(Q)$ при витраті $2Q_{\text{Б}}$. Відповідно до каталогу насосів для даного випадку (при $Q = 13,4$ л/с і $H = 32,2$ м) підходить насос марки К90/55а. Робоча характеристика та габаритні розміри допоміжного насосу К90/55а наведено на рис. 5.3 [20].

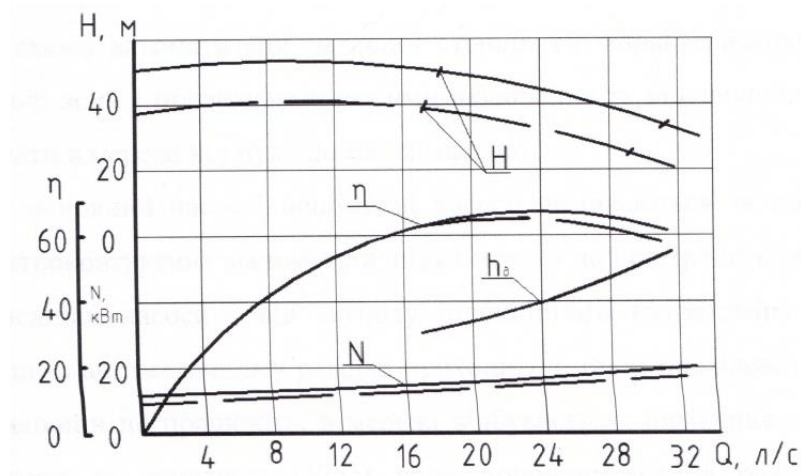
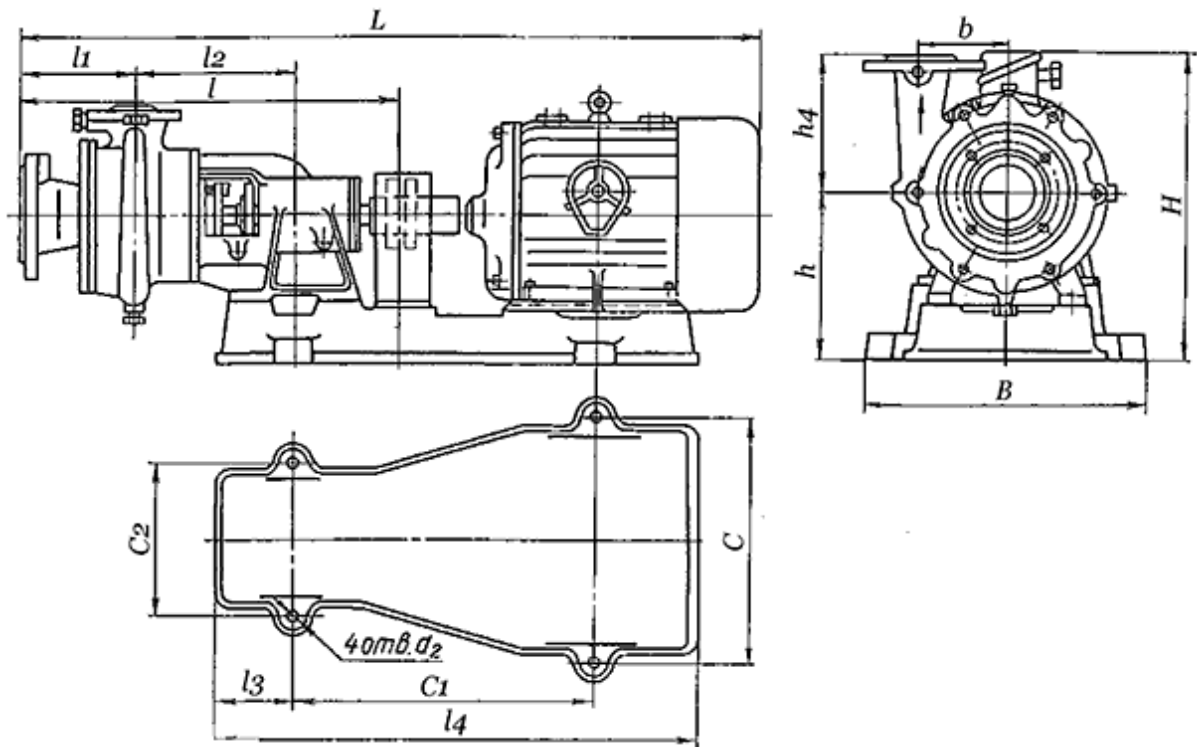


Рисунок 5.3 – Робоча характеристика насоса К90/55а



Марка насоса	Габаритні розміри, мм												
	L	B	H	l	l ₁	l ₂	l ₃	l ₅	b	b ₁	b ₂	h	h ₁
К 90/55	1400	515	585	760	160	280	1025	155	680	430	430	135	210

Рисунок 5.4 – Ескіз з габаритними розмірами насоса К90-55а

5.1.3 Побудова графіка сумісної роботи насосів і закритої мережі

За напором H і відповідним йому значенням витрати насосної станції Q на рис. 5.5, будемо залежність $H_M = f(Q)$.

На графіку з характеристикою закритої мережі будемо напірні характеристики паралельної роботи насосів. Сумісна робота мережі і насосів залежить від схеми автоматизації насосної станції. На характеристику насосів наносимо робочі зони і призначаємо режими включення та відключення насосів при зміні витрати в мережі від нуля до максимальної.

Перший основний насос та допоміжні насоси вимикаються за тиском, який визначається імпульсами електроконтактних манометрів, що підключені

до повітряного резервуару (ВПР). Інші основні насоси вимикаються за сигналом від індукційного витратоміра.

Робота насосної станції в автоматичного режимі проходить в такій послідовності. Коли дощувальні машини не працюють, в мережі відбувається витікання води через фасонні частини та арматуру. Об'єм води поповнюється за рахунок ВПР. Постіупово, через витікання води з мережі, тиск в ній та ВПР знижується до величини, яка відповідає точці В. Від сигналу електроконтактного манометра, який розташований на ВПР і налагоджений на цей тиск, включається один допоміжний насос. Тиск в мережі та у ВПР підвищується до величини, яка відповідає верхній межі рекомендованої зони насоса і від сигналу електроконтактного манометра, налагодженого на цей тиск, насос відключається. При подальшому збільшенні витікання або підключенні малопродуктивної техніки один допоміжний насос забезпечує необхідну подачу, і тиск в мережі зменшується. При зменшенні тиску до точки В' за сигналом електроконтактного манометра включається другий допоміжний насос, точка А' [20].

Обидва допоміжних насоси забезпечують витрату до точки С. При введенні в роботу поливної техніки тиск в мережі падає, тобто допоміжні насоси не забезпечують споживання мережі. Коли тиск зменшиться (точка С'), імпульсом від електроконтактного маніометра включається перший основний насос, а допоміжні насоси відключаються. Підключення нових дощувальних машин викликає збільшення водозабору мережі, і від сигналу індукційного витратоміра включаються основні насоси (точки D' , E' , F').

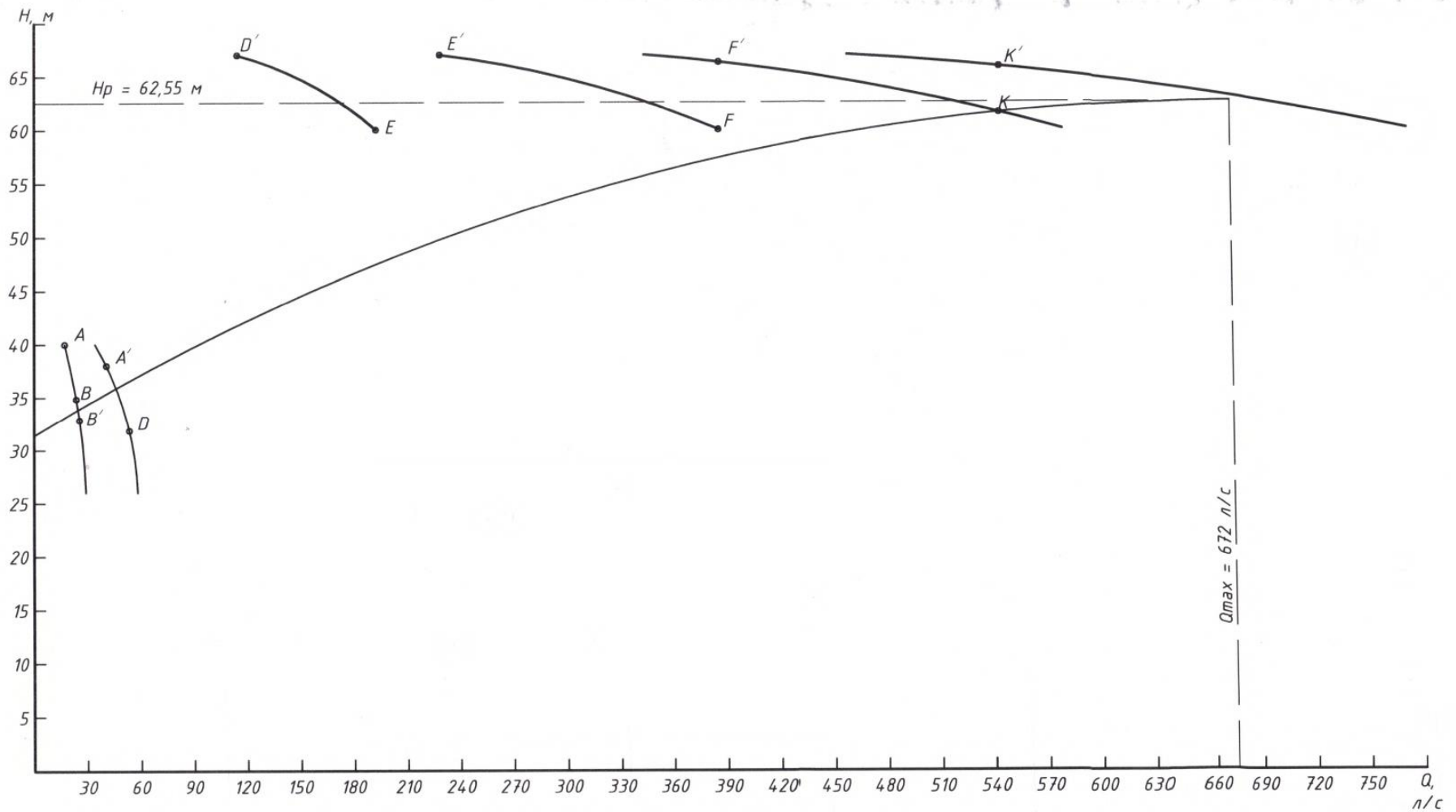


Рисунок 5.6 – Графік сумісної роботи насосів та зрошувальної мережі при регулюванні подачі НСП за витратою

Таблиця 5.1 – Параметри налаштування системи автоматизованої НС

Режим роботи	НА	Операція управління	Робоча точка	Параметри насоса	
				Q, л/с	H, м
Черговий режим	1ДН	ввімкнення	В	23,7	35
		вимкнення	А	17,1	40
	2ДН	ввімкнення	В'	25,5	33
		вимкнення	А'	40,5	38
Основний	1ОН	ввімкнення	Д	53,4	32
		вимкнення	Д'	114	67
	2ОН	ввімкнення	Е	192	60
		вимкнення	Е'	228	67
	3ОН	ввімкнення	F	384	60
		вимкнення	F'	384	66,3
	4ОН	ввімкнення	К	541	61,6
		вимкнення	К'	541	65,9

5.1.4 Визначення відмітки осі насоса і відмітки підлоги насосного приміщення

Відмітку осі насоса визначаємо для найгірших експлуатаційних умов роботи насосного агрегату, які залежать від мінімального рівня води в джерелі при максимальній подачі першого насоса за формулою

$$\nabla_{ОН} = \nabla_{min} + H_{ГВ}, \quad (5.4)$$

де ∇_{min} – відмітка мінімального рівня води в джерелі, м;

$H_{ГВ}$ – геодезична висота всмоктування, м.

Геодезичну висоту всмоктування розраховуємо за формулою

$$H_{ГВ} = H_a - H_{пр} - \Delta h_{доп} - h_B, \quad (5.5)$$

де H_a – напір води, який відповідає атмосферному тиску, $H_a = 10$ м;

$H_{пр}$ – пружність насичених парів рідини при заданій температурі, $H_{пр} = 0,24$ м при температурі води $t = 20^{\circ}\text{C}$;

$\Delta h_{доп}$ – допустимий кавітаційний запас, який визначається за характеристикою насоса при граничній подачі, м;

h_B – сумарні гідравлічні втрати у всмоктувальній лінії при граничній подачі, $h_B = 1$ м.

Для даного випадку для основного насоса отримаємо

$$H_{ГВ} = 10 - 0,24 - 6,5 - 1 = 2,26 \text{ м.}$$

Відмітка вісі насоса для даного випадку складе

$$\nabla_{ОН} = 63,9 + 2,26 = 66,16 \text{ м.}$$

Відмітку підлоги насосної станції визначаємо за формулою

$$\nabla_{п.нс} = \nabla_{ОН} - E - a_{\phi}, \quad (5.6)$$

де E – відстань від осі насоса до його опорної площини, для даного випадку E_M ;

a_{ϕ} – підвищення фундаменту насоса над підлогою машинного залу, в даному випадку $a_{\phi} = 0,2$ м.

Відмітка підлоги насосної станції складе

$$\nabla_{п.нс} = 66,16 - 0,7 - 0,2 = 65,26 \text{ м.}$$

Для допоміжного насоса

$$H_{ГВ(Д)} = 10 - 0,24 - 5,8 - 1 = 2,96 \text{ м,}$$

$$\nabla_{\text{ОН(Д)}} = 63,9 + 2,96 = 66,86 \text{ м,}$$

$$\nabla_{\text{п.нс(Д)}} = 66,86 - 0,295 - 0,2 = 66,365 \text{ м.}$$

Відмітка вісі насоса для допоміжного насосу виправлена складе

$$\nabla_{\text{ОН}} = 65,26 + 0,295 + 0,2 = 65,755 \text{ м.}$$

Таким чином ми отримали, що відмітка підлоги НС дорівнює 65,26 м.

Проаналізувавши отримані дані ми можемо зробити висновок, що для наших умов будівля НС буде наземного типу.

5.1.5 Вибір схеми внутрішньостанційних комунікацій

До комунікацій, які розташовані в приміщенні насосної станції, входять всмоктувальні та напірні трубопроводи, що ведуть до засувки (затвора) на магістральному трубопроводі, а також трубопроводи допоміжних систем, таких як вакуумна система, дренажна система, пневматичне обладнання, технологічний скид та інші.

При виборі арматури необхідно враховувати наступні рекомендації:

1. На всмоктувальних трубопроводах насосних станцій камерного типу розміщують паралельні засувки з ручним управлінням, оскільки на таких станціях насоси розташовані нижче рівня води в нижньому б'єфі. Ці засувки використовуються в разі ремонту гідромеханічного обладнання, і їх діаметр приймається рівним діаметру всмоктувального трубопроводу.

2. З'єднання напірних трубопроводів може виконуватися як всередині приміщення насосної станції, так і поза її межами. При проектуванні напірних комунікацій на насосних станціях камерного типу важливо враховувати, що

виходи за межі будівлі повинні бути розташовані на відповідних відмітках, що забезпечить можливість проведення ремонтних робіт у разі аварій на напірних трубопроводах поблизу будівлі насосної станції.

3. Рекомендований склад і розташування арматури напірного трубопроводу можуть включати наступні елементи: дифузор, компенсатор, зворотний клапан, монтажна вставка, запірна арматура (див. рис. 5.6). Розміщення компенсатора між насосом і зворотним клапаном допомагає уникнути передачі сил, які виникають при гідравлічному ударі на насосі, до зворотного клапана. У такому випадку насос сприймає лише реакцію води.

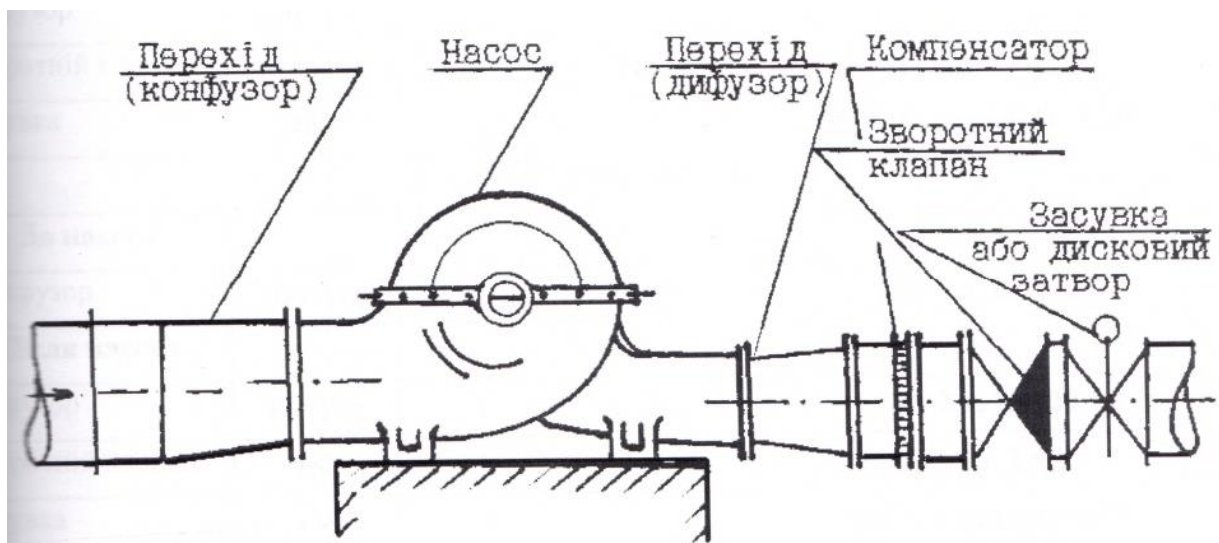


Рисунок 5.6 – Схема установки трубопроводної арматури біля насоса

4. Діаметри напірних ліній приймають в залежності від допустимих швидкостей руху води в них, при граничній витраті Q_{Γ} або $Q_{\Gamma,д.н.}$.

5. Трубопроводна арматура підбирається за умовним тиском робочого середовища P_y і діаметром умовного проходу D_y , який співпадає з діаметром трубопроводу в більшості випадків.

6. На автоматизованих насосних станціях як запірну арматуру на напірних лініях насосів застосовують дискові затвори з електро – або гідроприводом зворотні клапани.

Всі дані зводимо в табл. 5.2.

Таблиця 5.2 – Трубопровідна арматура насосної станції

Місце встановлення	Діаметр умовного проходу D_y	Умовний тиск P_y , МПа	Позначення	Габаритні розміри елементів, мм; маса M , кг
Для основного насосу				
До насоса				
Конфузор	500*250	1		$M = 21,4$, $L = 1000$
Після насосу				
Дифузор	200*400	1		$M = 15,4$, $L = 1200$
Зворотний клапан	400	1	Л44075	$M = 128$, $L = 170$
Засувка	400	1		$M = 520$, $L = 600$, $H = 1890$
Для допоміжного насосу				
До насоса				
Конфузор	200*100	1		$M = 2,4$, $L = 200$
Після насоса				
Дифузор	80*150	1		$M = 2,9$, $L = 120$
Зворотній клапан	150	1	Л44075	$M = 17,7$, $L = 80$
Засувка	150	1		$M = 75$, $L = 230$, $H = 685$

5.2 Вибір електротехнічного обладнання

Електродвигун відбираємо за максимальною потужністю, частотою обертання. Розрахункову потужність електродвигуна (кВт) визначаємо за формулою

$$N = 9,81 \cdot Q_r \cdot H \cdot K / \eta, \quad (5.7)$$

де Q_r – гранична подача, m^3/s ;

H – напір, м;

K – коефіцієнт запасу потужності, $K = 1,1 - 1,05$;

η – коефіцієнт корисної дії насоса при граничній подачі, $\eta = 0,72$.

В нашому випадку отримаємо

$$N = 9,81 \cdot 0,192 \cdot 60 \cdot 1,05 / 0,77 = 154 \text{ кВт}$$

Для отриманого значення потужності приймаємо електродвигун марки 4АОЗ-355S-4, технічні параметри та розміри якого зведені в табл. 5.3.

Таблиця 5.3 – Технічні параметри та розміри електродвигуна 4АОЗ-355S-4

Потужність, кВт	Напруга, В	b_4	b_3	L_1	H	h	Маса агрегату
200	380	1030	945	1160	1127	700	2090

Електродвигун для допоміжного насосу підбираємо так, як і для основного. Параметри допоміжного насоса визначаємо при граничній подачі, яка відповідає подачі в режимній точці Д.

$$N_{\text{доп}} = 9,81 \cdot 0,0267 \cdot 32 \cdot 1,05 / 0,68 = 13 \text{ кВт.}$$

Для отриманого значення потужності приймаємо електродвигун марки 4А-160М-2, технічні параметри та розміри якого наведені в табл. 5.4.

Таблиця 5.4 – Технічні параметри та розміри електродвигуна 4А-160М-2

Потужність, кВт	Напруга, В	L, мм	H, мм	Маса агрегату, кг
15	380	1590	630	400

Дана насосна станція підкачки належить до третьої категорії безперервності електропостачання.

Для включення і відключення електродвигунів основних насосів встановлюють масляні вимикачі.

Необхідну для насосної станції потужність трансформаторів визначають потужністю привідних електродвигунів основних насосів та інших механізмів.

$$S = k_c \sum (\sum N_y / \eta_{ДВ} \cos \varphi) + (10 \dots 50), \quad (5.8)$$

$$S = 0,8 \cdot 800 / (0,9 \cdot 0,94) + 40 = 797 \text{ кВА.}$$

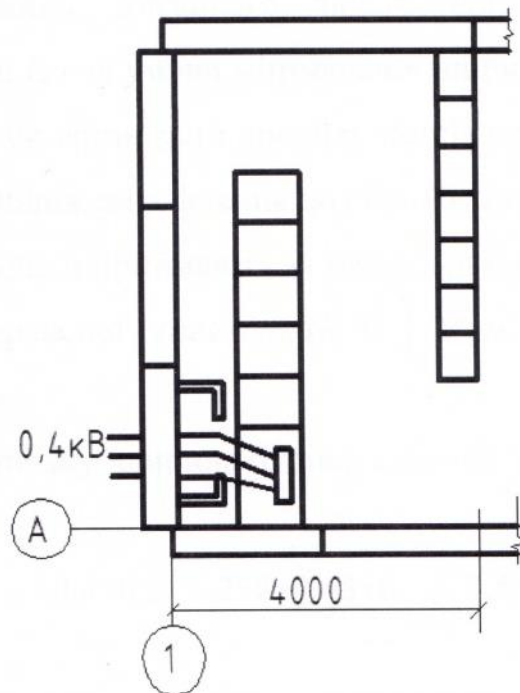


Рисунок 5.7 – Схема розподілення електричної енергії на НСП

5.3 Встановлення обладнання і визначення розмірів будівлі насосної станції

В даному випадку для нашої НС потрібно встановити три основних і два допоміжних насосні агрегати, тому краще за все застосувати двурядне розміщення насосних агрегатів з розташуванням осі агрегатів по довжині будівлі.

Ширина будівлі (м) визначається за формулою

$$L_p = l_1 + l_3 + l_4 + l_5 + l_6 + l_7 + l_8 + l_9, \quad (5.9)$$

де l_1 – відстань, яка приймається за умови ремонту зварного шва або збирання фланцевого з'єднання, $l_1 = 0,4$ м;

l_3 – довжина конфузора, м;

l_4 – габарит насоса, м;

l_5 – довжина розширення (дифузора), м;

l_6 – довжина зворотного клапана, м;

l_7 – вставка, застосування якої необхідне, коли не стикуються фланці або коли диск зворотного клапана може задіти диск поворотного клапана, $l_7 = 0,2 \dots 0,5$ м;

l_8 – будівельна довжина дискового поворотного клапана з електро або гідроприводом, м;

l_9 – за умови мінімальної ширини службового містка (не менше 0,8 м), або за умови організації проходу по підлозі (не менше 1,5 м), або за умови мінімального приближення фланця до стіни будівлі (0,3 – 0,4 м).

Ширину будівлі приймають за найбільш уніфікованим розміром: для будівель каркасної конструкції 6 і 9 м, а для будівель повнозбірної конструкції 6 і 8 м.

В даному випадку ширина будівлі становитиме

$$L_p = 0,4 + 0,5 + 1,258 + 0,45 + 0,17 + 0,5 + 0,6 + 0,9 = 4,778 \text{ м} \approx 6 \text{ м.}$$

При визначенні довжини машинного залу необхідно враховувати розташування основних і допоміжних насосів. Допоміжні насоси розміщують або між основними насосами, або в протилежному кінці від монтажного майданчика. Довжину машинного залу визначають за формулою

$$B = b_1 + 2b_5 + (z + 1)b_6 + zA + 2A_d, \quad (5.10)$$

де b_1 – довжина монтажного майданчику, м

b_5, b_6 – відповідно прохід між обладнанням і стіною та між кряями обладнання, м;

A – довжина насосного агрегату (м), дорівнює сумі довжин насоса і електродвигуна;

A_d – довжина допоміжного насосного агрегату (м), дорівнює сумі довжин насоса і електродвигуна;

z – кількість основних насосів.

В нашому випадку довжина машинного залу дорівнює

$$B = 2 + 1,4 + (4 + 1) + 4 \cdot 2,52 + 2 \cdot 1,4 = 21,28 \approx 22 \text{ м.}$$

Остаточну довжину будівлі насосної станції після розміщення допоміжного обладнання (дренажні, вакуумні насоси, компресор та ін.) та визначення розмірів трансформаторного і службового приміщення. Довжина будівлі має бути кратною уніфікованим збірним залізобетонним елементам: для будівель повнозбірної конструкції 2 м.

$$B_0 = B + B_{\text{тр}}, \quad (5.11)$$

де $B_{\text{тр}}$ – довжина приміщення трансформаторної (4 м).

В нашому випадку отримаємо

$$B_0 = 22 + 4 = 26 \text{ м.}$$

Розрахункова висота будівлі станції визначається максимальною висотою підйому вантажу, і габаритними розмірами підйомно-транспортного обладнання. Розрахункова висота будівлі (м) визначається за формулою

$$H_p = H_{\text{п}} + h_7 + h_8 + h_9, \quad (5.12)$$

де $H_{\text{п}}$ – висота перенесення вантажу над обладнанням, м;

h_7 – висота (м) підвісної кран-балки (від крюка до низу монорельси);

h_8 – висота монорельси, м;

h_9 – відстань від верху монорельси до низу балки перекриття,

$$h_9 = 0 - 0,3 \text{ м.}$$

$$H_p = 1,627 + 1,125 + 0,18 + 0,1 = 3,157 \text{ м.}$$

Приймаємо висоту будівлі $H_p = 4,2$ м.

Одержані при розрахунках габарити будівлі ув'язують з розмірами збірних залізобетонних елементів. Для каркасних типів будівлі розміри воріт приймають $3,0 \times 3,6$ або $3,6 \times 3,6$ м. Їх обрамлення виконують залізобетонними балками прямокутного перерізу $0,3 \times 0,3$ або $0,4 \times 0,4$ м. Виконують висотну прив'язку будівлі станції до місцевості.

6 ОРГАНІЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА РОБІТ З РЕКОНСТРУКЦІЇ ЗРОШУВАЛЬНОЇ МЕРЕЖІ

6.1 Розрахунок об'ємів земляних і монтажних робіт

Реконструкцію зрошувальної мережі починаємо з того, що спочатку на трасі існуючого трубопроводу зрізаємо рослинний ґрунт об'ємом

$$V_{\text{р.г.}} = L \cdot B_{\text{р.г.}} \cdot t_{\text{р.г.}}, \quad (6.1)$$

де L – довжина трубопроводу, в даному випадку $L_{\text{зрош}}^{\text{тр}} = 1611$ м;

$B_{\text{р.г.}}$ – ширина смуги зрізання, $B_{\text{р.г.}}^{\text{зрош}} = 8$ м;

$t_{\text{р.г.}}$ – висота шару ґрунту, що знімається, $t_{\text{р.г.}} = 0,3$ м.

$$V_{\text{р.г.}} = 8 \cdot 9650 \cdot 0,3 = 23160 \text{ м}^3.$$

Об'єм розробки ґрунту в траншеї визначаємо за формулою

$$V_{\text{тр}} = \left((b + m \cdot H_{\text{тр}}) \cdot H_{\text{тр}} - \frac{\pi D^2}{4} \right) \cdot L_{\text{тр}}, \quad (6.2)$$

де D – діаметр трубопроводу, м;

H – глибина розробки траншеї, м;

L – довжина траншеї, м.

$$V_{\text{тр}} = \left((0,7 + 0 \cdot 1) \cdot 1 - \frac{3,14 \cdot 0,6^2}{4} \right) \cdot 658 + \left((0,7 + 0 \cdot 1) \cdot 1 - \frac{3,14 \cdot 0,5^2}{4} \right) \cdot 674 + \left((0,7 + 0 \cdot 1) - \frac{3,14 \cdot 0,4^2}{4} \right) \cdot 1719 + \left((0,7 + 0 \cdot 1) \cdot 1 - \frac{3,14 \cdot 0,3^2}{4} \right) \cdot 6599 = 5755 \text{ м}^3.$$

Об'єм ґрунту, що розробляється вручну складе

$$V_{\text{руч}} = b \cdot L_{\text{тр}} \cdot t_{\text{руч}}. \quad (6.3)$$

$$V_{\text{руч}} = 0,7 \cdot 9650 \cdot 0,1 = 675 \text{ м}^3$$

Розрахунок об'єму робіт по ліквідації існуючої зрошувальної мережі зводимо в табличній формі (табл. 6.1).

Таблиця 6.1 – Відомість об'ємів робіт по ліквідації існуючої зрошувальної мережі

Найменування будівельного процесу	Одиниці виміру	Кількість
1. Зрізання рослинного шару ґрунту з траси існуючого трубопроводу	м ³	23160
2. Розробка ґрунту в траншеї екскаватором	м ³	5080
3. Розробка ґрунту в траншеї вручну	м ³	675
4. Виїмка а/ц труб – Ø 600 мм;	м	658
- Ø 500 мм;		674
- Ø 400 мм;		1719
- Ø 300 мм.		6599
5. Демонтаж оглядових колодязів	шт.	9
6. Зворотна засипка траншеї ґрунтом	м ³	5755
7. Відновлення рослинного ґрунту	м ³	23160

Будівництво зрошувальної мережі починаємо з того, що бульдозером на трасі трубопроводів знімаємо рослинний шар ґрунту в об'ємі, що визначається формулою

$$V_{p.g.} = L \cdot B_{p.g.} \cdot t_{p.g.}, \quad (6.4)$$

де L – довжина трубопроводу, м;

$B_{p.g.}$ – ширина смуги зрізання, м;

$t_{p.g.}$ – висота шару ґрунту, що знімається, $t_{p.g.} = 0,3$ м.

В даному випадку для зрошувального і дренажного випадків отримаємо

$$V_{p.g.}^{зрош} = 19785 \cdot 8 \cdot 0,3 = 47419 \text{ м}^3$$

Для забезпечення вільного спорожнювання зрошувального трубопроводу і стоку дренажних вод самопливом виконуємо планування трас відповідно під похил $i_{зрош} = 0,001$ та $i_{др} = 0,003$ на площі

$$F_{пл} = L \cdot B_{об}, \quad (6.5)$$

де $B_{об}$ – ширина відвалу бульдозера, $B_{об} = 4$ м.

Для даного випадку отримаємо

$$F_{пл}^{зрош} = 19758 \cdot 4 = 79032 \text{ м}^2$$

Розробку ґрунту в траншеї виконуємо однокішневим екскаватором зворотна лопата в об'ємі, який визначаємо за формулою

$$V = (B + m \cdot H)H \cdot L, \quad (6.6)$$

де B – ширина траншеї по дну, м;

m – коефіцієнт закладення відкосів траншеї;

H – глибина траншеї, м.

Глибину траншеї зрошувального трубопроводу визначаємо за формулою

$$H = D + h_{пр} - h_{p.гр.} \quad (6.7)$$

де D – діаметр трубопроводу, м;

$h_{\text{пр}}$ – глибина промерзання ґрунту, м.

За формулою (6.7) отримаємо

$$V_{\text{тр}} = 0,7 \cdot 1 \cdot 69 + 0,7 \cdot 0,9 \cdot 2226 + 0,7 \cdot 0,8 \cdot 1348 + 0,7 \cdot 0,78 \cdot 6646 + 0,7 \cdot 0,65 \cdot 9469 = 10003 \text{ м}^3.$$

Розробляємо вручну ґрунт на дні траншеї для укладання труб на непорушену підвалину в об'ємі, що визначається за формулою

$$V = L \cdot B \cdot t_{\text{руч}}, \quad (6.8)$$

де $t_{\text{руч}}$ – шар ґрунту, що розробляється вручну, $t_{\text{руч}} = 0,1$ м.

Для даного випадку отримаємо

$$V_{\text{руч}} = 19758 \cdot 0,7 \cdot 0,1 = 1383 \text{ м}^3.$$

Об'єм ґрунту, що розробляється екскаватором визначається за формулою

$$V_{\text{мех}} = V_{\text{зрош}} - V_{\text{руч}}. \quad (6.9)$$

Для даного випадку отримаємо

$$V_{\text{мех}} = 10003 - 1383 = 8620 \text{ м}^3$$

Усі розрахункові дані заносимо в таблицю 6.2.

Таблиця 6.2 – Відомість об'ємів робіт по будівництву зрошувальної мережі

Найменування будівельного процесу	Одиниця виміру	Кількість
Зрізка рослинного ґрунту з траси трубопроводу	м ³	47419
Планування траси траншеї	м ²	79032
Розробка ґрунту в траншеї	м ³	10003
- екскаватором	м ³	8620
- вручну		1383
Розробка ґрунту в котлованах під колодязі	м ³	300
Укладання поліетиленових труб: - d = 600 мм;	м	69
- d = 500 мм;	м	2226
- d = 400 мм;	м	1348
- d = 350 мм;	м	6646
- d = 250 мм.	м	9469
Монтаж оглядових колодязів	шт.	14

Монтаж засувок	шт.	14
Монтаж гідрантів	шт.	172
Монтаж вантузів	шт.	8
Часткова засипка траншеї ґрунтом вручну	м ³	1780
Повна засипка траншеї ґрунтом	м ³	8223
Відновлення рослинного ґрунту	м ³	47419

6.2 Вибір оптимального комплексу будівельних машин

Комплексу будівельних машин формується відповідно до видів робіт, що виконуються під час будівництва зрошувального масиву.

Для видалення рослинного покриву на трасі трубопроводу, вирівнювання поверхні траси та засипки траншеї застосовують бульдозери на гусеничному шасі. Вибір найбільш економічно вигідного бульдозера проводиться за допомогою порівняння собівартості виконання робіт на одиницю об'єму [35].

Собівартість одиниці будівельної продукції визначається за формулою

$$C_e^i = C_{\text{м.пр.}}^i / V, \quad (6.10)$$

де $C_{\text{м.пр.}}^i$ – собівартість механізованого процесу при i -ому варіанті механізації, визначається за формулою

$$C_{\text{м.пр.}}^i = \sum (8 \cdot C_{\text{м-год}}^j) \cdot T_{\text{зм}}^j + C_{\text{зп}}, \quad (6.11)$$

де $8 \cdot C_{\text{м-год}}^j$ – вартість машино-зміни j -ї машини, визначається на підставі діючих нормативів для розрахунку вартості машино-години відповідно до ДБН Д.2.7 – 2000, помноженої на тривалість робочої зміни (8 годин) у гривнях, складові собівартості машино-години коригуються за методикою, наведеною у розділі 4 цих вказівок із урахуванням діючих цін на придбання техніки, енергоносіїв, зарплати, тощо;

$T_{зм}^j$ – час роботи j -ї машини на майданчику в змінах, попередньо визначається студентом за відповідною калькуляцією машино ємності і уточнюється студентом за відповідною калькуляцією машино ємності і уточнюється при проектуванні графіка або циклограми виробництва відповідних робіт;

$C_{зп}$ – сума заробітної плати робітників, зайнятих при виконання будівельних процесів на період проведення розрахунків. Вона визначається по калькуляції трудовитрат до середнього розряду робіт та досягнутого на деякий час рівня платні будівельно-дорожніх робіт з приведенням до трудомісткості робіт на весь обсяг робіт;

V – загальний обсяг будівельно-монтажних робіт у відповідних одиницях виміру.

Маючи перераховані вихідні дані, за методичними рекомендаціями в «Excel» можливо у діалоговому режимі розрахувати собівартість одиниці продукції кожного з декількох обраних варіантів механізації будівельного процесу. Розрахунок видає п роздруківку всі результати розрахунків та роздруковуються необхідні для експлуатації вибраного комплекту машин та обладнання, ресурси такі як: паливно-мастильні матеріали, енергетичні ресурси, витрати праці робітників, що х обслуговують (сумарні та приведені до розрахункової одиниці будівельної продукції) [35].

Результати розрахунків по вибору марки бульдозера наведено в табл. 6.3.

Таблиця 6.3 – Розрахунок собівартості одиниці продукції

Шифр	Марка	Технічна характеристика	Об'єм робіт, м ³	Кількість змін роботи	Кількість машин	Сума зарплати робітників, грн	Індекс інфляції	Собівартість машино-годин, грн	Собівартість механізованого процесу, грн	Собівартість одиниці продукції, грн/м ³
207-0152	ДЗ-101А	125 кВт	3190	1	1	293	1,45	104	727	0,228
207-0224	ДЗ-171.1	129 кВт	3190	1	1	293	1,45	110	750	0,235

За отриманими результатами розрахунків ми бачимо, що найбільш економічно вигідно буде прийняти бульдозер марки ДЗ-101А.

Для вибору типу екскаватора визначають необхідні його параметри, які враховують вимоги до виконання робіт з розробки траншеї та котловану.

Довжина робочого ходу екскаватору

$$L_{\Pi} \leq R_{\text{к.в.}}^{\text{max}} - R_{\text{к.в.}}^{\text{min}} \quad (6.12)$$

де $R_{\text{к.в.}}^{\text{max}}$ – найбільший радіус копання на рівні дна виїмки – перемінна величина, яка залежить від глибини котловану, м;

$R_{\text{к.в.}}^{\text{min}}$ – найменший радіус копання на рівні дна виїмки – змінна величина, яка змінюється в залежності від глибини котловану, м.

Найбільший радіус копання на рівні дна виїмки

$$R_{\text{к.в.}}^{\text{max}} = R_{\text{к}} - mh_{\text{к}} \quad (6.13)$$

Найменший радіус копання на рівні дна виїмки

$$R_{\text{к.в.}}^{\text{min}} = \frac{K}{2} + mh_{\text{к}} + 0,5 \text{ м}, \quad (6.14)$$

де K – довжина ходової частини екскаватора, м.

Найбільша відстань від осі екскаватора до нижньої кромки бокового забою при торцевій проходці

$$P_{\text{т.ниж}} \leq \sqrt{(R_{\text{к.в.}}^{\text{max}})^2 - L_{\Pi}^2} \quad (6.15)$$

Найбільша ширина торцевої проходки при русі екскаватора по прямій (на рівні дна забою)

$$B_{m.нижн} = 2P_{m.нижн} \quad (6.16)$$

Найбільша відстань від осі екскаватора до верхньої кромки бокового забою при торцевій проходці

$$P_{m.верх} = P_{m.ниж} + mh_k \quad (6.17)$$

Найменша ширина торцевої проходки при русі екскаватора по прямій

$$B_{т.верх.} = 2P_{m.верх.} \leq 2\sqrt{R_k^2 - L_n^2} \quad (6.18)$$

Найбільша ширина кожної наступної торцевої проходки (якщо розробляють один борт виїмки)

$$B_{m.нас.} = B_{m.верх} - mh_k \quad (6.19)$$

На основі потрібних характеристик вибирають декілька варіантів екскаваторів, з яких вибирається оптимальний. Результати наведені в табл. 6.4.

Таблиця 6.4 – Розрахунок собівартості виконання одиниці продукції

Шифр	Марка	Технічна характеристика	Об'єм робіт, м ³	Кількість змін роботи	Кількість машин	Сума зарплати робітників, грн	Індекс інфляції	Собівартість машино-годин, грн	Собівартість механізованого процесу, грн	Собівартість одиниці продукції, грн/м ³
206-0219	KOMATSU	0,5 м ³	790	1	1	385	1,45	130	580	0,735
206-0247	ET-14-20	0,5 м ³	790	1	1	385	1,45	76	500	0,634

За отриманими результатами розрахунків ми бачимо, що найбільш економічно вигідно буде прийняти екскаватор марки ET-14-20.

Для вибору марки автокрана визначаємо потрібні його параметри для виконання монтажу трубопроводів і елементів колодязів. До визначаємих параметрів відносяться: вантажопідйомність, висота підняття гака крану, виліт гака крану.

Вантажопідйомність ($Q_{кр}$) визначається за формулою

$$Q_{кр} = Q_{ел} + Q_{ос}, \quad (6.20)$$

де $Q_{ел}$ – маса монтажного елемента, кг, максимальна з мас елементів;

$Q_{ос}$ – маса вантажозахватної оснастки.

У нашому випадку буде

$$Q_{кр} = 0,6 + 0,045 = 0,645 \text{ кг.}$$

Висоту підняття гаку ($H_{кр}$) не потрібно розраховувати, оскільки роботи виконуються на рівні, на якому знаходиться кран.

Виліт гаку крану ($L_{кр}$) розраховується по формулі

$$L_{кр} = (C/2) + a + b, \quad (6.21)$$

Де C – база крану, м;

a – відстань від шасі крану до бровки траншеї, м;

b – відстань від бровки траншеї, котловану до осі монтуємого елемента,

м.

У нашому випадку буде

$$L_{кр} = 2,5/2 + 1,5 + 0,8 = 3,55 \text{ м.}$$

По розрахунковим характеристикам кранів виконують вибір декількох варіантів, які зводимо в табл. 6.5.

Таблиця 6.5 – Порівняння варіантів монтажних кранів

№ варіанту	Потрібні параметри крану		Марка вибраного крану	Робочі характеристики вибраних кранів	
	$Q_{кр}$, кг	$L_{кр}$, м		$Q_{кр}$, т	$L_{кр}$, м
1	0,645	3,55	КС – 3579	6,3	4,0
2	0,645	3,55	КС – 45729А	10,0	4,0

Подальше порівняння виконується за собівартістю виконання одиниці продукції, результати розрахунків наведені в табл. 6.6.

Таблиця 6.6 – Розрахунок собівартості виконання одиниці продукції

Шифр	Марка	Технічна характеристика	Об'єм робіт, м ³	Кількість змін роботи	Кількість машин	Сума зарплати робітників, грн	Індекс інфляції	Собівартість машино-годин, грн	Собівартість механізованого процесу, грн	Собівартість одиниці продукції, грн/м ³
202-1143	КС-3579	15 т, L=9,75-20,75 м	15	1	1	458,6	1,45	115,9	1385,7	92,4
202-1143	КС-45729А	16,2 т, L=9,75-20,75 м	15	1	1	458,6	1,45	146,6	1631,3	108,8

За отриманими результатами розрахунків ми бачимо, що найбільш економічно вигідно буде прийняти автомобільний кран марки КС-3579.

Таким чином виконання робіт з будівництва зрошувальної та колекторно дренажної мережі буде виконуватись наступним комплектом будівельних машин: бульдозер на гусеничному ході марки ДЗ-101А; екскаватор – ЕТ-14-20; кран автомобільний – КС-3579.

6.3 Технологія виконання будівельних робіт

«Виконання будівельних процесів для закритої зрошувальної системи включає в себе такі етапи: геодезичне визначення траси трубопроводів, підготовчі роботи на трасах, постачання матеріалів та обладнання, очищення та підготовка місця для траси, планування маршруту, видалення ґрунту для

траншей, монтаж труб та їх з'єднань, контрольні випробовування, засипка траншей, остаточні випробовування, встановлення гідрантів та вузлів, і відновлення природного покриву на трасі трубопроводів. Цей комплекс заходів спрямований на створення ефективної та надійної системи зрошення. Підготовчі роботи на трасі трубопроводів зводяться до розчистки смуги від дерев, кущів, пеньків за допомогою звичайних механізмів, які використовуються стосовно до цих цілей: корчевателів, кущорізів, бульдозерів. При необхідності виконується знос існуючих лісосмуг.

Перед початком будівництва системи зрошення необхідно провести планування робіт на відповідній будівельній ділянці» [17].

Виконання робіт з планування включає в себе використання бульдозера. Рослинний покрив уздовж долини та на схилах балки вирізається за допомогою бульдозера та переміщується на відстань від 50 до 70 метрів, з подальшим відновленням після засипки балок.

Під насипом ґрунт розпушують на глибину 40 см. Мінеральний ґрунт зі схилів балки видаляється бульдозером та переміщується на відстань від 30 до 80 метрів для засипки балки. Частина мінерального ґрунту використовується для будівництва протиерозійних дамб.

Після засипки балок завершальне вирівнювання ділянок виконується бульдозером за два проходи при довжині хода до 100 метрів.

Зрізка рослинного покриву на трасі трубопроводів виконується за допомогою бульдозера. Зняття відбувається за допомогою поперечних проходів (див. рис. 6.1).

Відстань переміщення рослинного покриву визначається з урахуванням взаємного розташування виїмок та насипів.

Для планування траси трубопроводів застосовується бульдозер, який рухається по круговій поздовжній схемі вздовж осі траншеї. Проходи в прямому та зворотному напрямках є робочими.

Для переміщення труб, матеріалів та обладнання від місця збірки та виробництва до місця будівництва зрошувальної мережі передбачається використання вантажівки КамАЗ-343253.

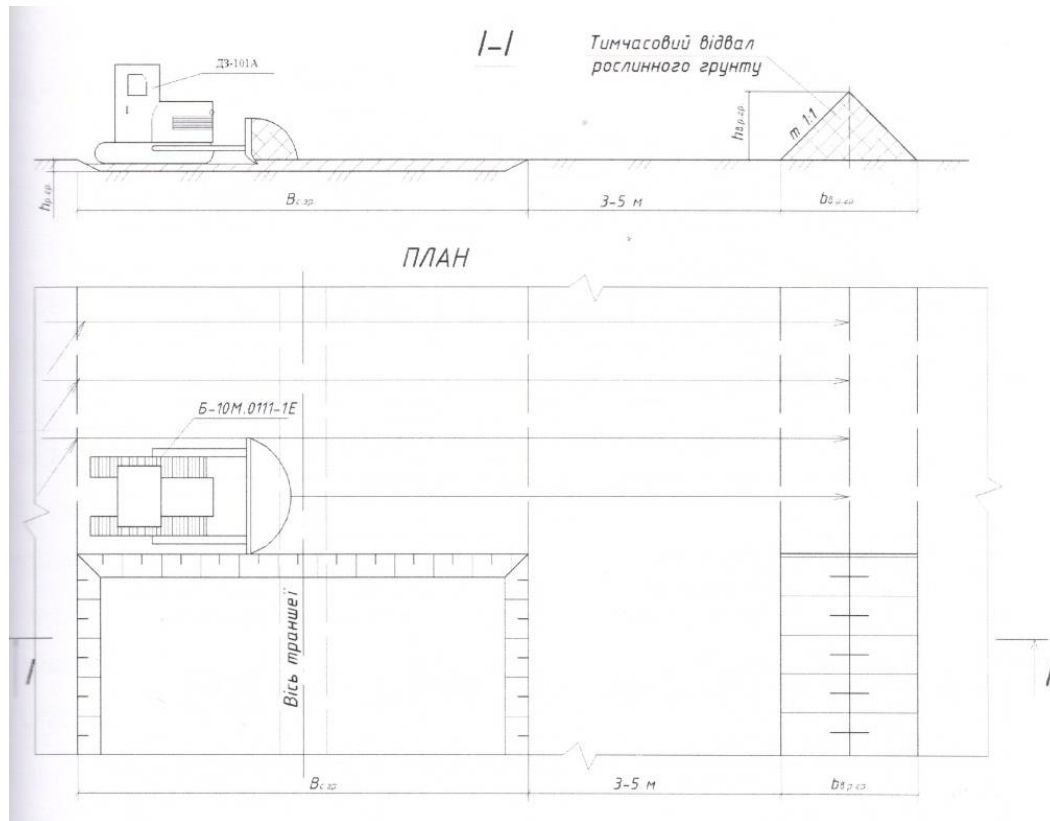


Рисунок 6.1 – Схема зрізки і переміщення рослинного шару ґрунту

«Для перевезення залізобетонних кілець, призначених для оглядових колодязів на автомобілях, рекомендується використовувати строп-контейнер, який завантажується на спеціальному стенді. Поліетиленові труби, відправлені з заводу до місця укладання, транспортуються у бухтах. Оскільки труби в прямих відрізках, у бухтах та на котушках не вважаються небезпечними вантажами, їх можна перевозити будь-яким видом транспорту відповідно до правил перевезення вантажів.

Труби на котушках необхідно транспортувати вертикально. Труби у бухтах можна транспортувати у вертикальному та горизонтальному положенні» [17].

Розробка ґрунту в траншеях під трубопроводи ведеться за прийнятими розмірами поперечного перерізу траншеї (рис. 6.2).

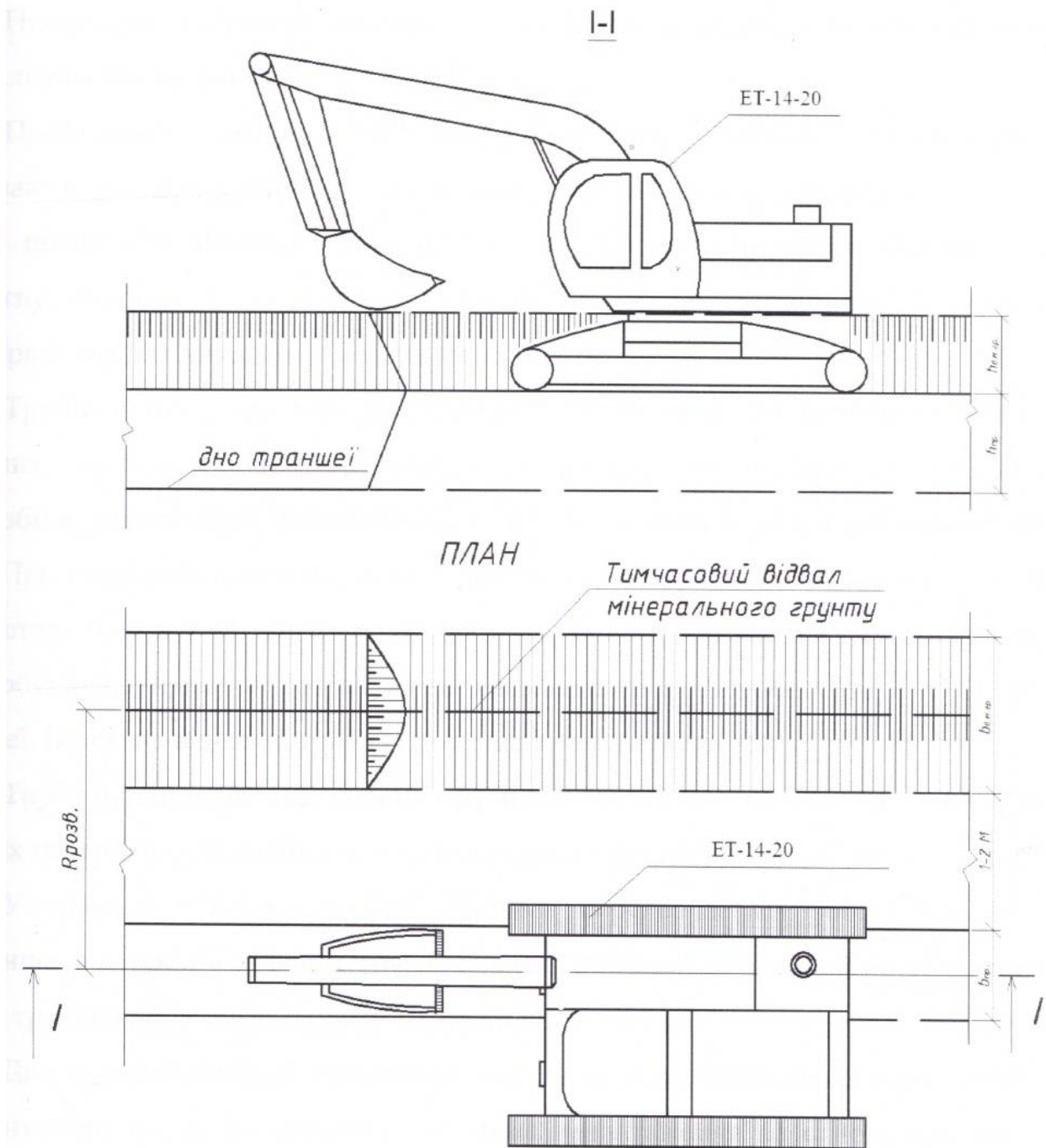


Рисунок 6.2 – Схема розробки траншеї під зрошувальний трубопровід

Екскатор рухається вздовж вісі траншеї і відсипає ґрунт на одну сторону. Контроль за відмітками дна траншеї проводиться за відмітками, розташованими на рукоятці екскаватора, а також за допомогою візирки.

Екскатор виконує формування виїмки необхідного розміру за один прохід, виконуючи операції копання, транспортування та розгрузки ґрунту одночасно.

Для формування профільованої основи під трубопровід на дні необхідно використовувати спеціалізоване обладнання.

Для створення профілюючої основи використовується такий підхід: спеціальний екскаватор відриває ґрунт на визначену глибину початкової ділянки траншеї, яка визначена довжиною однієї труби. Потім землекопи входять в ґру, відриваючи траншею до проектованої глибини та одночасно вирівнюючи дно. В місцях з'єднання труб траншея може розширюватися для здійснення монтажних робіт, особливо в міських районах.

Труби розташовуються вздовж траншеї по мірі їх потреби. Укладання напірних поліетиленових трубопроводів виконується за допомогою автокрана на базі автомобіля з вантажопідйомністю 6300 кг. Тим самим краном проводиться розвантаження труб. Під час цієї операції автомобіль з трубами рухається паралельно траншеї на відстані 10 м від неї. Між автомобілем і траншеєю вирізається смуга для руху автомобільного крану, з урахуванням нормального розміщення труб у бровці траншеї. Відстань від краю траншеї до коліс крана становить не менше 2 метрів.

Укладання трубопроводу в траншеї повинно бути виконано так, щоб він не створював жодних перешкод для інших систем, фундаментів будівель та доріг.

В траншеї з вертикальними стінками передбачено працю людей, і мінімальна відстань у просвіті між боковими стінками або кріпильними дошками траншеї повинна бути не менше 0,7 метра.

Дно траншеї під трубопровід необхідно зміцнити, якщо дослідження ґрунту і навантажень на труби вказують, що межа навантаження на основу траншеї є недостатньою. Підсипка, на якій укладають трубу, не вважається зміцненням.

Для зміцнення дна траншеї можна використовувати щебінь. Після укладання щебеневого покриття на дні траншеї, у разі необхідності, можна використовувати викопаний матеріал як підсипку, за умови його придатності для цього використання. В іншому випадку для підсипки слід використовувати інший матеріал, наприклад, пісок. При цьому матеріал для підсипки не повинен містити камені розміром більше 20 мм.

Труби слід вкласти і залишити у такому положенні, щоб вони відповідали лініям та нахилам, визначеним проектом. Сили, що виникають внаслідок тиску, температури та швидкості руху води, не повинні призводити до деформацій труб та з'єднувальних деталей.

Для забезпечення необхідної підтримки з усіх сторін, трубопровід слід обсипати. Цю операцію рекомендується проводити негайно після інспекції та підтвердження завершення робіт із встановлення труби. Обсипка повинна охоплювати всю трасу, за винятком місць з'єднань між трубами та колодязями.

Головна мета обсипки і трамбування ґрунту навколо труби полягає в тому, щоб уникнути утворення порожнин під трубою. Перший шар, що простягається до самого центру труби, повинен бути надто ущільнений, щоб уникнути піднімання труби. Ручне ущільнення слід виконувати за трьома циклами при максимальній товщині шару, яка не перевищує 0,15 метра.

З'єднання труб виконується за допомогою нагрівного інструмента в стику. Зокрема, зварювання поліетиленових труб може проводитися при температурі повітря від -15 до $+30$ °С. Зварювання нагрівним інструментом встик вважається практично невід'ємним методом у будівництві газопроводів. Цей спосіб виявляється значно простішим і економічно вигіднішим, ніж розтрубне чи терморезисторне зварювання. Особливо це стосується фасонних

деталей великих діаметрів, вартість яких, зокрема для терморезисторного зварювання, робить цей метод недоступним для більшості споживачів.

В нашому випадку приймаємо апарат для стикового зварювання труб марки GF 630, технічна характеристика якого наведена в табл. 6.8.

Таблиця – 6.8 Характеристика апарату для стикового зварювання поліетиленових труб

Тип машини	GF 630
Діапазон зварювання, мм	250-630
Потужність нагрівальної плити, Вт	8000
Загальна потужність, Вт	10250
Напруга живлення, В/Гц	380/50
Загальна маса, кг	627

Стадії технологічного процесу стикового зварювання труб передбачають такі операції:

а) підготовка труб і з'єднувальних елементів до зварювання:

- очищення;
- складання труб у центра торі;
- центрування труб;
- торцювання кінців труб;
- перевірка співпадіння торців труб та величини у стику;

б) зварювання стику:

- оплавлення торців;
- прогрівання торців;
- технологічна пауза (видалення нагрівного інструмента);
- осадка;
- охолодження з'єднання.

Перш ніж фіксувати і зварювати труби та з'єднувальні деталі, необхідно ретельно очистити зовнішню та внутрішню поверхню від ґрунту, снігу, льоду тощо за допомогою сухої або вологої м'якої натуральної тканини. Труба

повинна бути очищена від усіх забруднень на відстані не менше за 100 мм від торця труби. Після обчислення кінці труб мають бути сухими.

Складання труб і з'єднувальних деталей передбачає: встановлення труб в центратор, співосне центрування труб, кріплення кінців труб, які будуть зварюватись.

Складання виконують у затискачах центратора зварювальної машини.

Кінці труб і з'єднувальних деталей центрують по зовнішній поверхні так, щоб максимальне зміщення зовнішніх кромek не перевищувало 10% від товщини стінок труб і деталей, але не більше ніж 1,2 мм – для труб із товщиною стінки понад 10 мм.

Труби і деталі під час центрування пристосовують, повертаючи один з кінців труби навколо осі та переставляючи опори по довжині труби. При зварюванні в стик виліт кінців труби із затискачів центратора повинен становити 15-30 мм, з'єднувальних деталей – не менше ніж 5-15 мм.

Закріплені й відцентровані кінці труб та з'єднувальні деталі перед зварюванням піддають механічній обробці – торцювання – для вирівнювання зварювальних поверхонь та зняття оксидного шару безпосередньо у зварювальній установці (центраторі).

Видаляти стружку із порожнини труби необхідно за допомогою пензля або щітки, а знімати задирки з гострих кромek торця – з допомогою ножа або фаскознімача.

Після обробки ще раз перевіряють центрування й відсутність щілини у стику.

Трубопроводи зрошувальної мережі піддаватимуться випробуванням на міцність та гідравлічну щільність у процесі будівництва. Проведення випробувань передбачено двічі: переднє (на міцність) відбувається при відкритих траншеях до монтажу арматури, тоді як завершальне (на гідравлічну щільність) проводиться після засипки траншеї та завершення всіх робіт на ділянці. Проте до установки гідрантів, зворотних клапанів і вантузів, їх тимчасово замінюють заглушками під час випробування.

Для випробування ділянок трубопроводу довжиною до 1 км використовують вставки для підйому тиску, що дозволяють збільшити тиск до значень, що перевищують робочий на 0,3–0,5 МПа. Це надає можливість оцінити міцність трубопроводу та визначити розмір витоку з нього за допомогою випробувального манометра.

«Для проведення гідравлічного випробування трубопроводу використовується гідравлічний стискувач, який складається з насоса з продуктивністю 16,5 л/с при напорі 2,5 МПа, мірного баку, системи трубопроводів, манометрів і засувок. Засипка траншеї після монтажу трубопроводів проводиться у два етапи. Перед попереднім випробуванням укладену ділянку трубопроводу присипають шаром ґрунту товщиною 20–30 см, а ґрунт між трубою та стінкою траншеї ущільнюють ретельно. Для часткової засипки ґрунт підштовхують бульдозером та ущільнюють ручною трамбівкою» [16].

Для остаточної засипки використовується бульдозер (рис. 6.3). Засипка ведеться пошарово з ущільненням ґрунту ручними вібротрамбівками.

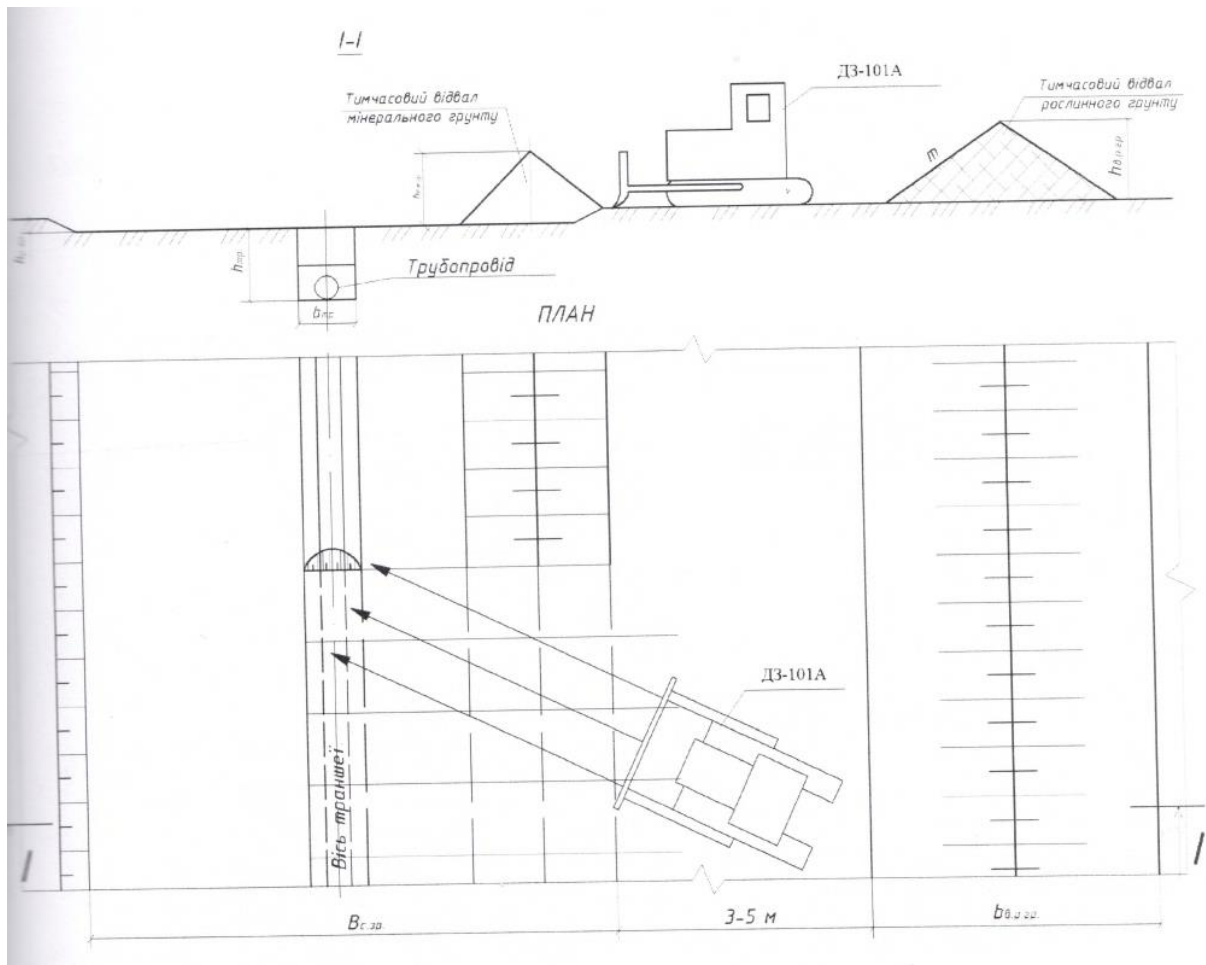


Рисунок 6.3 – Схема зворотної засипки траншеї ґрунтом

Рекультивация рослинного ґрунту та планування трас виконується бульдозером. Рослинний ґрунт переміщується при поперечних проходах бульдозера, а планування виконується при повздовжніх проходках за один прохід по одному сліду при робочому кроці в одному напрямку.

В місцях улаштування колодязів передбачається розробка ґрунту одноківшеvim екскаватором зворотна лопата, який виконує розробку котловану з улаштуванням укосу стінок котловану 1:0,5. По дну котловану влаштовується піщано-гравійна підготовка товщиною 15 см. Монтаж

колодязів передбачається із окремих залізобетонних кілець діаметром 1000 мм. Монтаж проводиться при допомозі автокрану (рис. 6.4).

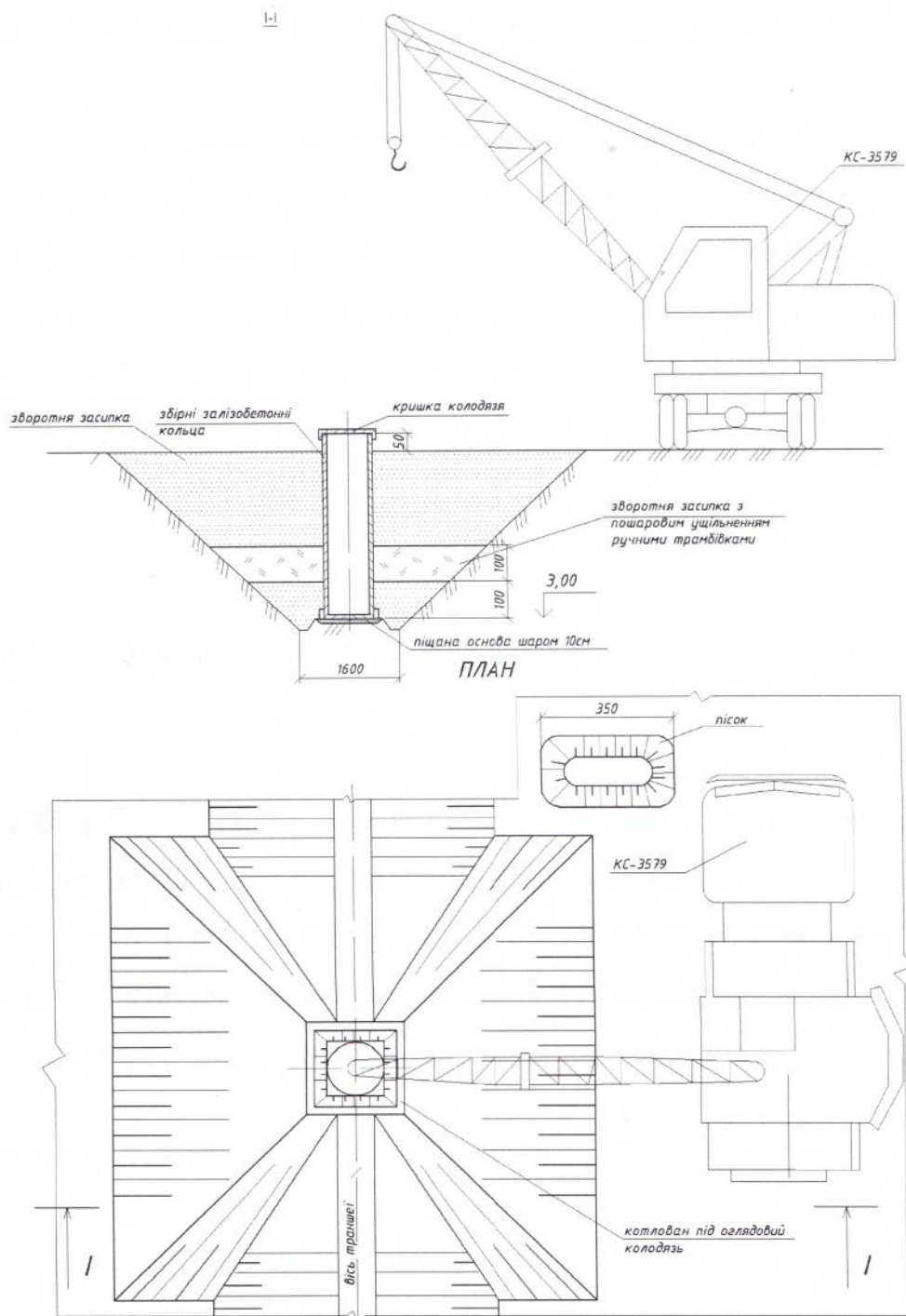


Рисунок 6.4 – Схема монтажу оглядового колодязя

«Колодязі з відповідною арматурою у вузлових точках системи встановлюються для забезпечення нормальної роботи трубопроводу. Повне спорожнення трубопроводу виконується за допомогою спорожнювальних гідрантів. Випуск та впуск повітря на підвищених ділянках здійснюються вантузами. Для попередження гідравлічного удару передбачається відповідна арматура, включаючи регулятори тиску "РДУ" та вантузи, які виконують також функцію протиударної арматури.

Арматура перед початком монтажу повинна пройти огляд та випробування на гідравлічний тиск на стенді в механічних майстернях. Заглушки, оброблені клапани та фасонні частини, такі як переходи, коліна, трійники та хрестовини, монтується одночасно з трубами. Для залізобетонних та азбестоцементних трубопроводів використовуються чавунні та сталеві фасонні частини з розтрубами та фланцями.

Після випробування ділянок трубопроводів між ними монтується арматура, така як зворотні клапани, гідранти та вантузи» [17].

6.4 Розрахунок калькуляції трудових витрат і заробітної плати

Після визначення обсягів робіт для кожної технологічної операції складаємо розрахунок трудових витрат у вигляді таблиці, яку можна знайти в табл. 6.9.

Склад ланки (гр. 12,13) і норму часу (гр. 6) приймаємо по відповідним збірникам РЕКН, статтям і параграфам, які вказують у графі 5.

Трудомісткість виконання робіт Q , люд.-днів, визначають за формулою

$$Q = \frac{V \cdot H_{\text{ч}}}{V_{\text{РЕКН}} \cdot 8,2}, \quad (6.22)$$

Де, V – об'єм роботи по проекту;

$H_{\text{ч}}$ – норма часу на виконання одиниці об'єму роботи;

$V_{\text{РЕКН}}$ – одиниця об'єму роботи по РЕКН;

8,2 – тривалість зміни у годинах.

На першому етапі проводиться розрахунок постійних параметрів заробітної плати, які визначаються на основі середньої зарплати та середньої норми робочого часу, із використанням даних, наданих Міністерством праці України [35].

Таблиця – 6.9 – Калькуляція трудових витрат і заробітної плати по будівництву зрошувальної мережі

№ з/п	Найменування робіт	Одиниця виміру	Кількість	Параграф РЕКН	Норматив		Трудоємність		Склад ланки	Середній розряд	С _{фу} , грн	Заробітна плата
					люд.-год	маш.-год.	люд.-год	маш.-год.				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	Розробка рослинного шару ґрунту	100 м ³	474,19	2-1-22	0,5	0,5	28,9	28,9	6р-1	6	18,8	4455,2
2	Планування траси трубопроводу	1000 м ²	79,032	2-1-35	0,29	0,29	2,8	2,8	6р-1	6	18,8	431,6
3	Розробка траншеї екскаватором на повний профіль	100 м ³	86,2	2-1-13	2,6	2,6	27,3	27,3	6р-1	6	18,8	4208,6
4	Ручна підчистка і планування дна траншеї	м ³	1383	2-1-47	0,85	-	143,4	-	2р-1	2	11,4	13405
5	Розробка ґрунту в котлованах під колодязі	100 м ³	3	2-1-11	2,8	2,8	1	1	6р-1	6	18,8	154,2
6	Укладка труб – 600 мм	100 м	0,69	12-3-50	11,2	3,7	1,9	0,3	4р-1 3р-1	3,5	13,2	205,7
7	500 мм	100 м	22,26	12-3-50	10,8	3,6	58,6	9,8	4р-1 3р-1	3,5	13,2	6342,9
8	400 мм	100 м	13,48	12-3-50	8,4	2,8	27,6	4,6	4р-1 3р-1	3,5	13,2	2987,4
9	350 мм	100 м	66,46	12-3-50	7,5	2,5	121,6	20,3	4р-1 3р-1	3,5	13,2	13162
10	250 мм	100 м	94,69	12-3-50	6,8	2,3	157	26,2	4р-1 3р-1	3,5	13,2	16993,7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
11	Монтаж колодязів зі збірних елементів	шт.	14	9-2-29	7,8	7,8	40	13,3	4p-1 3p-1 2p-1	3	11,9	3903,2
12	Монтаж засувок	шт.	14	9-2-16	4,2	-	14,3	-	4p-1 3p-1	3,5	13,2	1547,8
13	Монтаж гідрантів, нерухомих опор	шт.	172	9-2-18	1,2	-	50,3	-	4p-1 3p-1	3,5	13,2	5444,5
14	Монтаж вантузів	шт.	8	9-2-18	0,73	-	1,4	-	4p-1 3p-1	3,5	13,2	151,5
15	Часткова засипка траншеї ґрунту з ущільненням	м ³	1780	2-1-58	0,73	-	158,5	-	2p-1	2	11,4	14816,6
16	Попереднє гідравлічне випробування	100 м	197,58	9-2-16	0,16	-	7,7	-	4p-1 3p-1	3,5	13,2	833,4
17	Повна засипка траншеї ґрунтом	100 м ³	82,23	2-1-34	0,35	0,35	3,5	3,5	6p-1	6	18,8	539,6
18	Відновлення рослинного ґрунту	100 м ³	474,19	2-1-22	0,05	0,05	2,9	2,9	6p-1	1	1,9	45,2
19	Кінцеве гідравлічне випробування	100 м	197,58	9-2-14	0,25	-	12	-	4p-1 3p-1	3,5	13,2	1298,9
							860,7					90927

Розрахунок заробітної плати робітників виконується по усередненій вартості люд.-год. C_y , яка розраховується за формулою

$$C_y = \frac{Z_m}{N_{p.ч.}}, \quad (6.23)$$

де Z_m – середня місячна зарплата в будівництві одного робітника в еквіваленті повної зайнятості, в Дніпропетровській області, грн.;

$N_{p.ч.}$ – середня норма робочого часу в будівництві на одного працівника в годинах за місяць (за даними Мінпраці України $N_{p.ч.} = 167,67$ год) [35].

Фактична усереднена вартість люд.-години C_{fy} , яка виконується, визначається за формулою

$$C_{fy} = \frac{C_y \cdot K_m^\phi}{K_m^{буд}}, \quad (6.24)$$

Де K_m^ϕ – міжрозрядний коефіцієнт для середнього розряду роботи, яка виконується:

$K_m^{буд}$ – міжрозрядний коефіцієнт для середнього розряду виконання робіт в будівництві ($K_m^{буд} = 1,31$).

Середній розряд роботи $P_{сер}$ визначається за формулою

$$P_{сер} = \frac{\sum P_i \cdot N_i}{\sum N}, \quad (6.25)$$

де P_i – розряд i -того робітника;

N_i – кількість робітників з i -тим розрядом;

N – кількість робітників у ланці.

На другому етапі розраховується набір заробітної плати $Z_{п}$

$$Z_{п} = C_{fy} \cdot Q \cdot t_{зм}, \quad (6.26)$$

де Q – трудомісткість виконання роботи, люд.-днів.

В результаті розрахунків ми отримали, що сумарні трудові витрати з будівництва зрошувальної мережі склали 860,7 люд.-днів, заробітна плата робітників – 90927 грн.

6.5 Календарне планування будівельно-монтажних робіт

«Головним операційним документом, який визначає послідовність технологічних етапів робіт, їх взаємозв'язок у часі та виконання директивних термінів будівництва, є лінійний календарний план виробництва робіт. Цей план розробляється у визначеній формі на основі обсягів робіт, їх трудомісткості, часових витрат на машинну роботу, а також прийнятих схем і послідовностей виконання робіт» [35].

«При упорядкуванні календарного плану уточнюються такі питання:

- ефективний порядок технологічних операцій;
- число функціонуючих машин і працівників для кожного типу робіт;
- часові рамки виконання робіт у робочих та календарних днях для конкретних споруд і всієї системи;
- розподіл робіт в часі з дотриманням рівномірності в графічній частині плану;
- графіки потреби в працівниках та роботи основних будівельних машин.

Календарний план виробництва будівельних робіт складається відповідно до встановленої форми.

Календарний план виробництва робіт на об'єкті має дві частини: розрахункову і графічну. Графічна частина може бути представлена лінійно (графік Ганта, циклограма) або сітково.

Розрахунок показників календарного плану:

1. Тривалість будівництва у відповідності до календарного плану виконання робіт склала:

- за нормою $T_n = 196$ днів;
- за планом $T_{пл} = 180$ днів;

2. Скорочення строків будівництва

$$T_n - T_{пл} = 16 \text{ днів.}$$

3. Загальні трудові витрати:

- За нормою $Q = 1271,5$ люд.-днів;
- За планом $Q = 1157,1$ люд.-днів;

4. Підвищення продуктивності праці визначаємо за формулою

$$П = (Q_n - Q_{пл}) / Q_n \cdot 100\% = 9\%$$

5. Виконання норми виробітку

$$B = Q_n / Q_{пл} \cdot 100\% = 109,9\%$$

6. Питомі трудові витрати

$$q = Q_{пл} / F_{нт} = 1,09 \text{ люд} - \text{днів/га.}$$

6.6 Визначення кошторисної вартості будівництва масиву зрошення

Кошторисна вартість будівництва - це обчислена сума грошових витрат, яка визначається на основі кошторисних документів, що містять інформацію про проект. Ця сума включає загальні витрати на будівельні роботи, закупівлю матеріалів і конструкцій, монтаж та придбання обладнання, а також інші пов'язані витрати.

В поясненні до кошторисної документації наводяться відомості про те, на підставі яких документів і матеріалів були складені кошторисні розрахунки. Також вказуються прийняті накладні витрати і планові накопичення, розмір зворотних сум, у яких розмірах прийняті витрати, непередбачені роботи і витрати, а також резерв на непередбачені витрати. У цьому контексті також зазначають, в яких цінах і нормах конкретного року була складена кошторисна документація [35].

Кошторисна документація повинна бути подана у виді таких кошторисів:

1. Зведений кошторисний розрахунок на будівництво масиву зрошення (додаток)
2. Об'єктний кошторис на будівництво об'єктів масиву зрошення (додаток);

3. Локальні кошториси на будівництво зрошувальної і дренажної мережі
(додатки)

Розрахунок кошторисної вартості будівництва виконуємо за програмним комплексом АВК-5.

За результатами проведених розрахунків отримали, що загальна кошторисна вартість складе 41995,854 тис. грн.

7 ОЦІНКА ВПЛИВУ РЕКОНСТРУКЦІЇ ВНУТРІШНЬОГОСПОДАРСЬКОЇ ЗРОШУВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ

Реконструкція внутрішньогосподарських зрошувальних систем впливає на ґрунтовий покрив, поверхневі та підземні води. Вплив на компоненти довкілля характеризується масштабом, інтенсивністю та тривалістю.

7.1 Вплив на ґрунтовий покрив

Ґрунти масиву зрошення – переважно чорноземи звичайні середньопотужні малогумусні важкосуглинкові на площі 1063,5 га, на вододільних ділянках і помірно-крутих схилах; їх слабкозмиті на площі 22,1 га – на схилах середньої крутизни і намиті – на площі 15,3 га – в днищах балок та улоговин стоку. Гумусний ґрунт має потужність 75-78 см і вміст гумусу 3,2-3,8%. Ґрунтоутворюючими породами є еолово-делювіальні лесоподібні важкі суглинки.

Наступні види діяльності впливають на ґрунтовий покрив:

- штучне зрошення ґрунту за допомогою дощувальних машин, потенціал ерозії внаслідок зрошення, ущільнення поверхні ґрунту, утворення кірки на 1063,5 га ґрунту;

- підвищити врожайність сільськогосподарських культур на площі 1063,5 га та прискорити винесення корисних біогенних органічних і мінеральних речовин за рахунок інтенсивнішого ведення сільськогосподарського виробництва на зрошуваних масивах.

Для збереження стану ґрунтового покриву на зрошуваній території проект передбачає:

Виділення робіт із розробки рослинного і мінерального ґрунту в процесі виконання екскаваційних робіт для демонтажу існуючих трубопроводів та

укладання нових, що включає їх тимчасове зберігання у відвалах і подальшу рекультивацію.

Масштаб впливу – 7,05 га, 33,163 тис. м³.

Інтенсивність впливу – 1,17 га/міс.; 5,52 тис. м³/міс;

Динамічність впливу – стабільно на період реконструкції;

Тривалість впливу – на період реконструкції 6 місяців.

1. «Для захисту від іригаційної ерозії та ерозійного розмиву при дощуванні проектом застосовано використання шлангобарабанних дощувальних машин Zimmatic з інтенсивністю дощу 0,18-0,24 мм/хв, що не перевищує всмоктуючу здатність ґрунту (0,50 мм/хв.), науково-обґрунтовані поливні норми максимум 300 м³/га.

Масштаб впливу – на всій площі зрошення 1063,5 га.

Інтенсивність впливу – 0,18-0,240 мм/хв.; 300 м³/га;

Динамічність впливу – в теплий період року;

Тривалість впливу – постійно на весь період експлуатації.

Для компенсації втрат родючості ґрунтом передбачено внесення підвищених норм мінеральних і органічних добрив (табл. 7.1)» [24].

Таблиця 7.1 – Норми внесення мінеральних і органічних добрив

№ поля	Найменування сільськогосподарської культури	Норми внесення в діючий речовині, кг/га			Перегній, т/га
		N	K ₂ O	P ₂ O	
1	2	3	4	5	6
1	Картопля рання + літній посів люцерни	20	120	45	30
2	Люцерна 2-го року	0	45	50	-
3	Люцерна 3-го року	0	45	50	-
4	Буряк столовий	170	110	60	30
5	Горох + просо	120	120	45	30
6	Гречка	100	100	40	20
7	Озима пшениця + зернобобові на з/к	120	120	60	30
8	Помідори	130	125	50	130

1	2	3	4	5	6
9	Цибуля	110	10	60	30
В середньому на сівозміну		86	88	51	43

Масштаб впливу – на всій площі зрошення – 1063,5 га.

Інтенсивність впливу – N – 86 кг/га;

- K₂O – 88 кг/га;

- P₂O – 51 кг/га;

- перегній – 43 т/га.

Динамічність впливу – під зяблыву оранку, під посів, вегетаційна підкормка добривами, розчиненими в поливній воді.

Тривалість впливу – постійно на весь період експлуатації.

Глибина залягання ґрунтових вод на масиві зрошення складає 11-16 м, мінералізація – 1-2 г/л, тому дренаж не передбачено. Для спостереження за рівнем ґрунтових вод влаштовані спостережні свердловини.

7.2 Вплив на поверхневі води

На поверхневі води здійснюють вплив наступні види діяльності проектної діяльності:

- забір води на зрошення об'ємом 3,202 млн. м³ на рік;

- скид поверхневих снігових і дощових вод з ділянки зрошення,

забруднених продуктами ерозії, хімічними добривами, отрутохімікатами і пестицидами.

Інтенсивність впливу – максимальна витрата насосної станції 672 л/с, об'єм забору води 3,202 м³/рік;

Динамічність впливу – максимум у літній період;

Тривалість впливу – на весь період експлуатації.

Річний винос сорбованого та розчиненого азоту поверхневим стоком визначається за формулою.

$$B_N^{nc} = \omega \cdot (K_2 N_y + 0,002 N_0 + 0,66 N_n + N_b) + \gamma (K_1 N_y + 0,002 N_0 + 0,07 N_n) \quad (7.1)$$

B_N^{nc} – річний винос азоту поверхневим стоком, кг/га ;

N_y – норма внесення мінерального добрива під відповідну культуру, кг/га ;

N_0 – норма внесення органічного добрива, кг/га;

N_n – кількість рухливого азоту в орному шарі, кг/га;

N_b – вміст мінерального азоту в орному шарі, кг/га;

K_1 – коефіцієнт, що характеризує кількість рухливих форм

азоту в орному шарі після фіксації ґрунтом і засвоєння мікроорганізмами, газоподібних втрат в атмосферу, виносом врожаю сільськогосподарських

культур, $K_1 = 0,03$; K_2 – коефіцієнт, що характеризує кількість азоту в орному шарі фіксованого ґрунтом і засвоєного мікроорганізмами азотних добрив, $K_2 = 0,35$; ω - коефіцієнт, що характеризує долю виносу азоту з поверхні орного шару ґрунту (для чорноземів звичайних і південних $\omega = 2,8 \cdot 10^{-5}$); γ – коефіцієнт, що характеризує долю виносу розчиненого азоту поверхневим стоком з об'єму ґрунтового розчину в орному шарі ґрунту (для чорноземів звичайних і південних $\gamma = 6 \cdot 10^{-3}$).

Річний винос сорбованого фосфору поверхневим стоком (B_p^{nc}) визначається за формулою

$$B_p^{nc} = \omega \cdot (n_2 P_y + n_3 P_0 + n_4 P_n + P_b), \quad (7.2)$$

де P_y – норма внесення мінерального добрива, кг/га;

P_0 – норма внесення органічного добрива, кг/га;

P_n – вміст мінерального рухливого фосфору в орному шарі (для чорноземів звичайних $P_n = 520$ кг/га);

P_b – ваговий вміст фосфору в орному шарі (для чорноземів звичайних $P_b = 6300$ кг/га);

n_2 – коефіцієнт, що характеризує залишкову кількість рухливого фосфору після виносу його сільськогосподарськими культурами (для важкосуглинистих ґрунтів $n_2 = 0,26$;

n_3 – коефіцієнт, що характеризує залишкову кількість фосфору після виносу його із органічного добрива урожаєм сільськогосподарських культур (для важких ґрунтів $n_3 = 0,28$).

Річний винос сорбованого і розчиненого калію поверхневим стоком (B_k^{nc}) визначається за формулою

$$B_k^{nc} = \omega \cdot (0,2K_y + 0,0012K_0 + 0,008K_B + K_B) + \gamma[0,2K_y + 0,0012K_0 + 0,008K_B] \cdot 0,018], \quad (7.3)$$

де K_y - норма внесення мінерального добрива, кг/га;

K_0 - норма внесення органічного добрива, кг/га;

K_B - ваговий вміст калію в поверхневому шарі ґрунту, кг/га, (для чорноземів звичайних =52000 кг/га).

Концентрація нітратів та амонієвого азоту в поверхневому стоці для розрахункового гідрологічного періоду визначається за формулами

$$C_{NO_3^-}^{nc} = \frac{4,5 \cdot 10^3 \cdot B_N^{nc} \cdot \alpha \cdot \Phi}{W^{nc}} \quad (7.4)$$

$$C_{NH_4^+}^{nc} = \frac{1,28 \cdot 10^3 \cdot B_N^{nc} \cdot \beta \cdot \Phi}{W^{nc}}, \quad (7.5)$$

де $C_{NO_3^-}^{nc}$, $C_{NH_4^+}^{nc}$ – відповідно концентрації нітратів і амонієвого азоту, мг/л;

W^{nc} – об'єм поверхневого стоку за розрахунковий період м/га;

α , β – коефіцієнти, що характеризують вміст нітратів та амонієвого азоту в поверхневому стоці;

Φ – модульний коефіцієнт для переходу від середньорічних концентрацій до максимальних для розрахункового періоду і розрахункової забезпеченості (даному випадку $\Phi = 0,56$).

Величини коефіцієнтів α та β , що характеризують співвідношення NO_3^- та NH_4^+ в поверхневому стоці, визначаються в залежності від типу ґрунту. В даному випадку, для чорнозема звичайного $\alpha = 0,86$ та $\beta = 0,24$.

Концентрація фосфору в поверхневому стоці (C_p^{nc}) визначається за формулою

$$C_p^{nc} = \frac{B_p^{nc} \cdot 10^3 \cdot \Phi}{W^{nc}}, \quad (7.6)$$

де B_p^{nc} - річний винос сорбованого фосфору поверхневим стоком, кг/га.

Концентрація калія в поверхневому стоці (C_k^{nc}) розраховується за формулою

$$C_k^{nc} = \frac{B_k^{nc} \cdot 10^3 \cdot \Phi}{W^{nc}}, \quad (7.7)$$

де B_k^{nc} - річний винос калію поверхневими стоками, кг/га.

Значення виносу та концентрацій біогенних речовин у поверхневому стоці з масиву зрошення, а також гранично допустимі концентрації даних речовин у поверхневому стоці для водного об'єкту виконуємо в табличній формі (табл. 7.2.).

Таблиця 7.2 - Об'єм виносу біогенних речовин, їх концентрація та гранично-допустимі концентрації в поверхневому стоці

№ стоку	Площа поля	Річний винос речовин, кг/га			Концентрація речовин в поверхневому стоці, мг/л				Гранично-допустимі концентрації речовин, мг/л			
		N	P	K	NO_3	NH_4	P	K	NO_3	NH_4	P	K
1	127,9	0,370	0,18	1,5	4,33	0,34	0,52	4,5	40,0	0,5	0,1	50,0
2	81,8	0,368	0,18	-	4,3	0,34	0,52	-				
3	81,8	0,369	0,18	-	4,3	0,34	0,52	-				
4	131,9	0,89	0,18	1,5	4,33	0,34	0,52	4,5				
5	131,9	0,389	0,18	1,5	4,33	0,34	0,52	4,5				
6	125,0	0,372	0,18	1,5	4,35	0,34	0,52	4,5				
7	122,3	0,377	0,18	1,5	4,35	0,35	0,52	4,5				
8	129,0	0,370	0,18	1,5	4,33	0,34	0,52	4,5				
9	131,9	0,370	0,18	1,5	4,33	0,34	0,52	4,5				

Отже, у випадку використання системи внесення мінеральних та органічних добрив в окремих випадках виявляється перевищення максимально припустимих концентрацій речовин у поверхневому стоці. В цьому контексті необхідно вживати відповідні заходи для зменшення викидів біогенних речовин поверхневим стоком.

Для захисту водних ресурсів від забруднення внаслідок ерозії, використання хімічних добрив, отрутохімікатів і пестицидів, проект передбачає реалізацію наступних заходів:

Організаційно-господарчі:

- дотримання вимог щодо транспортування, зберігання та внесення добрив і пестицидів;
- заборона застосування добрив в умовах наявності снігового покриву;
- виконання встановлених стандартів для використання добрив і пестицидів, а також їх рівномірне розподілення на сільськогосподарських угіддях;
- відмова від літакового оброблення посівів у випадках, коли відсутні умови для його безпечного застосування;
- використання хімічних обробок посівів в поєднанні з агротехнічними та біологічними методами боротьби з шкідниками, хворобами рослин і бур'янами;
- використання пестицидів відповідно до "Списку хімічних і біологічних засобів для боротьби зі шкідниками, хворобами рослин і бур'янами", затвердженого Державною комісією з хімічних засобів для боротьби зі шкідниками, хворобами рослин і бур'янами в сільському господарстві;
- будівництво складів для зберігання добрив і пестицидів, аеродромних смуг і майданчиків для заправки добрив і пестицидів наземної техніки відповідно до технічних умов, що забезпечують безпечне зберігання та умови їх використання.

Агротехнічні заходи:

- використання оптимальних доз добрив, враховуючи вид культури та

очікуваний врожай;

- застосування фосфорно-калійних добрив у повній рекомендованій нормі під час осіннього оброблення ґрунту перед посадкою яблунь;
- внесення азотних добрив навесні з укладанням їх на глибину під час весняного оброблення ґрунту;
- застосування азотних добрив у формі мінімально рухомих сполук, таких як сульфат амонію, сечовина та аміачна сірка;
- збільшення щільності посівів для створення умов, спрямованих на підвищення вологозабезпеченості та максимального засвоєння рослинами поживних речовин;
- виконання міжрядної обробки пропашних культур;
- регулярне проведення вапнування.

Отже, при застосуванні пестицидів необхідно:

- визначення необхідності хімічних обробок та встановлення мінімальних доз витрат пестицидів;
- використання гранульованих форм ґрунтових пестицидів;
- застосовувати пестициди короткочасної дії.

Гідромеліоративні заходи:

- розташування оброблених полів на малих нахилах поверхні (менше 0,0005) віддалено не менше ніж на 30 м від середньорічного рівня води у річці, а на більших нахилах (більше 0,002) - не ближче 100 м;
- виконання розорювання земель паралельно береговій смузі водойми з утриманням лугової полоси;
- контроль за інтенсивністю зрошення з метою управління вологою та запобігання поверхневого стоку зрошувальної води.

Гідротехнічні заходи:

- створення комплексу протиерозійних споруд;
- створення водойм-акумуляторів для утримання та очищення дренажного та поверхневого стоку перед випуском його у водній об'єкт;
- впровадження системи повторного використання дренажного та

поверхневого стоку з області зрошення шляхом їхнього подачі в джерело системи зрошення;

- створення проектів прибережних захисних смуг та водоохоронних зон навколо водойм.

Лісомеліоративні заходи:

- створення лісових смуг для водоохорони вздовж меж прибережних захисних смуг і водоохоронних зон.

7.3 Вплив на підземні води

Горизонт ґрунтових вод, найближчий до поверхні, у еолово-дельювіальних четвертинних відкладеннях, поширений по всьому зрошувальному масиву. Рівень ґрунтових вод переважно розташований на глибині від 11 до 16 метрів.

Мінералізація ґрунтових вод становить 1-2 г/л, а хімічний склад переважно визначається сульфатами, гідрокарбонатами, магнієм, натрієм і кальцієм.

Червоно-бурі глини, розташовані на глибині 16-25 м від поверхні ґрунту, є бар'єром для ґрунтових вод, утримуючи їхні рухи. Живлення ґрунтових вод забезпечується інфільтрацією атмосферних опадів та води з системи зрошення.

У зв'язку з високою природною дренажісткістю території, не передбачається використання дренажу на масиві, де проводиться зрошення.

На ділянці зрошення передбачено встановлення спостережних свердловин для моніторингу рівневого режиму та хімічного складу ґрунтових вод.

Масштаб впливу на ґрунтові води масиву зрошення - 1063,5 га;

Інтенсивність впливу - підйом ґрунтових вод з незначною інтенсивністю;

Динамічність впливу - максимум у весняний період;

Тривалість впливу - постійно на період експлуатації.

Практика підтверджує, що водний режим поверхневих вод та вологість ґрунту, а в подальшому і рівень ґрунтових вод, зазнають змін вже найближчим часом після початку зрошення.

Рівняння водного балансу для ґрунтових вод зрошуваного масиву може бути записане у вигляді

$$\Delta W_{sw} = (V_{q,sw} - V_{\bar{q},sw}) + V_l \pm V_v \pm V_{v,a} - W \quad (7.8)$$

де ΔW_{sw} - зміна запасів ґрунтових вод, м³/га;

$V_{q,sw}$, $V_{\bar{q},sw}$ - відповідно притік і відтік ґрунтових вод, м³/га;

V_l - фільтраційні втрати зрошувальної із мережі каналів і трубопроводів, м³/га;

V_v - вертикальний вологообмін балансового шару з нижчерозташованого водоносними шарами (підживлення ґрунтових вод напірними підземними водами або перетікання підґрунтових вод вниз), м³/га;

$V_{v,a}$ - вертикальний водообмін між вологою зони аерації і підґрунтовими водами, м³/га;

W - об'єм дренажного стоку (навантаження на дренаж), м³/га.

Із наведеного рівняння необхідно визначити навантаження на дренаж і його складові елементи для розрахунку параметрів дренажу.

При розрахунку на середньорічні умови багаторічного ряду $\Delta W_{s,w} = 0$.

При розташуванні меліоративної території на вододілі можна прийняти $V_{q,sw} = 0$; на засолених землях $V_{\bar{q},sw} = 0$, тоді

$$W = V_l \pm V_v \mp V_{v,a} \quad (7.9)$$

Втрати на фільтрацію із зрошувальних каналів і трубопроводів V_l можна визначити за формулою

$$V_l = \frac{1 - \eta}{\eta} M, \quad (7.10)$$

де η - ККД внутрішньогосподарської зрошувальної мережі (для закритої зрошувальної мережі краплинного зрошення можна прийняти $\eta = 0,98$);

M - зрошувальна норма (нетто) з врахуванням промивного режиму, $\text{м}^3/\text{га}$.

$$M = D_{wb} + W_{\Pi} + W_E + W_g + M_{\Pi}, \quad (7.11)$$

де D_{wb} - дефіцит водоспоживання зрошуваних сільськогосподарських культур (визначається на підставі розрахунку режиму зрошення для відповідної сівозміни). В даному випадку $D_{wb} = 731 \text{ м}^3/\text{га}$;

W_{Π} - скиди з поверхні полів при поливі (при застосуванні системи краплинного зрошення і закритої зрошувальної мережі $W_{\Pi} = 0$);

W_g - додаткові втрати води при поливі за рахунок інфільтрації нижче розташованого шару (при проведенні якісного поливу, що передбачає краплинне зрошення $W_g = 0$);

W_E - додаткові втрати води при поливі на випаровування (при краплинному зрошенні такі втрати мінімальні і їх можна прийняти $W_E = 0 \text{ м}^3/\text{га}$);

M_{Π} - додаткова зрошувальна норма на промивний режим (для краплинного зрошення та водою високої якості промивок не передбачають $M_{\Pi} = 0 \text{ м}^3/\text{га}$).

Отже, $M = 731 \text{ м}^3/\text{га}$, а $V_l = \frac{1-0,98}{0,98} 731 = 15 \text{ м}^3/\text{га}$.

У випадку відсутності напірних водоносних горизонтів, можна припустити, що вертикальний водообмін балансового шару з нижче розташованими водоносними шарами рівний 0.

При глибокому заляганні рівня ґрунтових вод (рівень за межами висоти капілярного підняття) величину водообміну приймають при непромивному режимі зрошення для краплинного зрошення $V_{v,a} = 0,05M$.

Для нашого випадку $V_{v,a} = 0,05 \cdot 731 = 36,6 \text{ м}^3/\text{га}$,

$W = 36,6 + 15 = 51,6 \text{ м}^3/\text{га}$.

Щорічний приріст підґрунтових вод

$$\Delta h = \frac{W}{10000\mu}, \quad (7.12)$$

де, μ - коефіцієнт недостатку насичення ґрунтів зони аерації.

Для важкосуглинкових ґрунтів $\mu = 0,07$, тоді

$$\Delta h = \frac{51,6}{10000 \cdot 0,07} = 0,074 \text{ м.}$$

Критична глибина злягання рівня ґрунтових вод - це та глибина, при якій розпочинається засолення кореневмісного шару ґрунту і відчутний вплив цього явища на сільськогосподарські культури.

За дослідженнями академіка О.М. Костякова критичну глибину можна призначати в залежності від мінералізації ґрунтових вод. При мінералізації підґрунтових вод 1,9 г/л $H_{кр} = 1,8$ м.

В.А. Ковда запропонував критичну глибину злягання ґрунтових вод знаходити за формулою

$$H_{кр} = 170 + 8t, \quad (7.13)$$

де t – середня багаторічна температура повітря, °С.

Для території проектування середня багаторічна температура повітря складає 7,7 °С, тоді $H_{кр} = 170 + 8 \cdot 7,7 = 232$ см або 2,32 м.

Крім того критичну глибину можна знайти за формулою

$$H_{кр} = H_{max} + \alpha, \quad (7.14)$$

де H_{max} - найбільша висота капілярного підняття в даному ґрунті, м (для суглинків $H_{max} = 1,5$ м);

α - глибина розповсюдження основної маси коренів рослин, м (для саду середня глибина розповсюдження кореневої системи α складає 1,5 м).

Тоді $H_{кр} = 1,5 + 1,5 = 3,0$ м.

Отримавши критичні глибини, ми приймаємо для подальших розрахунків більше значення, а саме 3,0 метри.

Термін через який підґрунтові води можуть підійнятися до критичної глибини визначають за формулою

$$t_{кр} = \frac{H_{поч} - H_{кр}}{\Delta h}, \quad (7.15)$$

де $H_{поч}$ - початкове положення підґрунтових вод, м.

Для даного проекту $H_{поч}$ зрошуваної ділянки складає 12 м.

Тоді $t_{кр} = \frac{12,0-3,0}{0,074} = 122$ роки.

Отже, навіть при орієнтовних прогнозах (без врахування розтікання) ґрунтових вод можна відмітити, що вплив зрошуваної ділянки на підземні води буде мінімальним яким можна знехтувати.

По прогнозних розрахунках під впливом зрошення буде здійснюватися поступовий підйом ґрунтових вод з інтенсивністю 0,074 м/рік

Масштаб впливу – 1063,5 га;

Інтенсивність впливу – 0,074 м/рік;

Динамічність впливу – максимум у весняний період.

Тривалість впливу – постійно на весь період експлуатації.

8 ОХОРОНА ПРАЦІ

8.1 Порядок розслідування нещасних випадків

У випадку виникнення при виконанні будівельно-монтажних робіт нещасних випадків керівник підрядної організації має повідомити про це технічного інспектора профспілки, прокуратуру і Держгірпромнагляд. При отриманні інформації про нещасний випадок керівник підрядної організації має негайно прибути на місце випадку для його розслідування.

Технічний інспектор профспілки за участю представника вищезазначеного господарського органу, керівника організації, представника профспілкового комітету негайно приступають до розслідування. У випадку загибелі 2-4 осіб до розслідування долучають перших керівників організації, а при загибелі 5 і більше осіб комісію створюють наказом міністра або керівником відомства. При необхідності технічний інспектор профспілки має право вимагати від організації долучення спеціалістів-експертів для участі в розслідуванні, проведені технічних розрахунків, лабораторних випробувань, досліджень, тощо.

Впродовж 1-2 днів комісія складає акт спеціального розслідування, акт формою Н-1, висновок технічного інспектора, плани і схеми, фотознімки з місця де відбувся випадок, тощо.

Технічний інспектор всі документи передає керівникові підприємства, обласний комітет і раду профспілок, прокуратуру за місцем розташування організації.

Керівник підприємства і керівник підрядної організації зобов'язані розглянути всі матеріали спеціального розслідування на підставі яких видати накази про виконання рекомендованих комісією заходів, а також про стягнення з винних осіб. Технічного інспектора праці повідомляють про прийняті заходи в письмовій формі.

8.2 Безпека при проведенні земляних робіт

«Земляні роботи є достатньо трудомістким процесом, і безпека при їх виконанні багато в чому залежить від виду та способу виробництва робіт, групи ґрунту та виду споруди.

Як відомо, ґрунти за фізико-механічними властивостями поділяють на зв'язні (суглинки, глини) та незв'язні (піщані та супіщані). В останніх відсутні сили зчеплення, що може потенціально утворити небезпеку - можливість обрушення ґрунту.

Основними факторами появи факторів травматизму при проведенні земляних робіт є:

- відсутність або недостатність кріплення ґрунту;
- перевищення критичної висоти розробки ґрунту без кріплення
- порушення правил розбирання кріплень, та інші.

Виробництво земляних робіт в зоні розташування підземних комунікацій допускається тільки з письмового дозволу організації, що відповідає за експлуатацію цих комунікацій. Ґрунт біля трас електрокабелів і підземних комунікацій розробляють лопатами вручну.

При виявленні на території будівництва безпечних газів та боєзапасів земляні роботи зразу припиняють, а робітників, що знаходяться в зоні негайно видаляють.

Важливим моментом організації безпечного проведення земляних робіт є правильний вибір елементів уступів і крутизни укосу. Встановлення безпечної висоти уступу, крутизни укосу і найбільш зручної ширини берми є важливим питанням від правильності вирішення якого залежить ефективність і безпечність земляних робіт.

Крутизна укосу вважається достатньою, якщо вона рівна куту природного укосу для сипучих ґрунтів та куту внутрішнього тертя для твердих порід. Висоту уступу приймають не більше максимальної висоти різання

ковшем екскаватора, а при скреперній розробці - виходячи із умови технічної доцільності.

Допустима крутість тимчасових укосів виїмок в ґрунтах природної вологості за відсутності ґрунтових вод і розташованих поблизу підземних споруд розробка виїмок з вертикальними стінками без їх кріплення може здійснюватися на глибину не більш: 1 м-код - в піщаних насипах і гравійних ґрунтах; 1,25 м- кодів - в супісках; 1,5 м-кодів - в суглинках і глинах; 2 м-коди - в особливо щільних нескельних ґрунтах. При розробці ґрунтів природної вологості крутість укосів виїмок (1:m), що розробляються без кріплення на глибину 2-5 м-кодів, приймається за даними табл. 9.1» [33].

Таблиця 8.1 – Допустима крутість укосів котлованів і траншей

Ґрунт	При глибині виїмки, м					
	до 1,5		до 3		до 5	
	кут відкосу виїмки, град	крутизна відкосу	кут відкосу виїмки, град	крутизна відкосу	кут відкосу виїмки, град	крутизна відкосу
Насипний, природної вологості	76	1:0,25	45	1:1	38	1:1,25
Піщаний і гравелистий	63	1:0,5	45	1:1	45	1:1
Глинистий						
Супісок	76	1:0,25	56	1:0,67	50	1:0,85
Суглинок	90	1:0	63	1:0,5	-	1:0,75
Глина	90	1:0	76	-	-	1:0,5
Лес	90	1:0	63	1:0,5	63	1:0,5

При глибині виїмки більше 5 м-коду крутість укосів встановлюється за розрахунком. Крутість укосів виїмок в глинистих перезволожених дощовими, сніговими (талими) водами ґрунтах слід зменшити до кута природного укосу, який для піску складає зазвичай 30 - 35 супісків 35...40, суглинку і глини 40. За станом укосів виїмок необхідно вести систематичне спостереження, оглядаючи ґрунт перед початком робіт.

Мінімальна відстань від частин платформи (задній частині платформи

ковша), що повертаються, до автосамоскидів, що знаходяться на робочому місці екскаватора, будов і стовпів повинно бути не менше $d = 1$ м-код. Мінімальна відстань до укосів визначається по прямій лінії, перпендикулярній укосам.

Мінімальна відстань D від осі ходу екскаватора до підшви укосу виїмки або відвала залежить від радіусу обертання задньої частини платформи r , допустимого кута укосу відвала, висоти частини платформи.

Так, наприклад, при крутості укосу відвала від $1 : 0,5$ до $1 : 1,2$ величина D змінюється для екскаваторів: Е-1252Б - 4,1...3,6 м-код; ЕО-4321А, ЕО-4123А-3,5...2,8 м-код; ЕО-4121А, ЕО-4121Б - 4.3 м-кодів; ЕО-5122А, ЕО-5123 - 4,1...3,1 м.

При розробці котлованів і виїмок екскаваторами, обладнаними зворотною лопатою або драглайном, необхідно правильно встановити машину відносно верхньої бровки укосу. Мінімальна відстань від опор екскаватора до верхньої бровки укосу виїмки за умови дотримання допустимого кута укосу про і глибині виїмки до 5 м-коду повинно бути не менше ($d = 1$ м).

8.3 Охорона праці під час робіт в колодязях

Робота в колодязях може бути небезпечною, і важливо дотримуватися принципів охорони праці для забезпечення безпеки працівників. Нижче наведено деякі важливі аспекти охорони праці, які слід враховувати під час робіт в колодязях:

Оцінка ризиків:

Проведення передробочої оцінки ризиків для ідентифікації потенційно небезпечних ситуацій та визначення заходів безпеки.

Вентиляція:

Забезпечення відповідної вентиляції у колодязях для уникнення накопичення шкідливих газів або парів.

Освітлення:

Забезпечення належного освітлення у колодязях, щоб уникнути травм через недостатню видимість.

Особистий захист:

Використання необхідного особистого захисту, такого як каски, захисні окуляри, рукавички та відповідний захист від вдихання.

Тренування та інструктаж:

Забезпечення належного тренування працівників та надання їм докладних інструкцій з безпеки в колодязях.

Доступ та виходи:

Забезпечення безпечних доступу та виходів з колодязів, включаючи належне забезпечення сходів, підйомних механізмів або інших засобів доступу.

Спостереження з боку:

Забезпечення наявності особи, яка спостерігає з боку, якщо працівник знаходиться в колодязі, щоб надавати необхідну допомогу в разі необхідності.

Використання детекторів газів:

Використання детекторів газів для виявлення можливих небезпечних концентрацій газів у колодязях.

Екстрений вихід:

Забезпечення можливості швидкого евакуаційного виходу в разі необхідності.

Документація та взаємодія:

Проведення записів про всі роботи та взаємодія з іншими співробітниками та контролюючими органами.

Захист здоров'я та безпека працівників у колодязях – це завдання великої важливості, і виконання всіх безпечних процедур та вимог допомагає уникнути травм та нещасних випадків.

Під час робіт в колодязях також важливо мати відповідне посвідчення та навички. Ось деякі аспекти, які можуть бути важливими:

Посвідчення та допуски:

Охорона праці: Володіння посвідченням або сертифікатом з безпеки праці, яке засвідчує успішне завершення навчання з питань безпеки під час роботи в специфічних умовах, таких як колодязі.

Допуски на роботу: Отримання необхідних допусків та ліцензій для виконання робіт в колодязях. Деякі допуски можуть бути обов'язковими згідно з місцевими та національними стандартами.

Навички та тренування:

Технічні навички: Володіння необхідними технічними навичками для виконання робіт в колодязях, включаючи ремонт та обслуговування обладнання.

Тренування з безпеки: Проведення регулярних тренувань та навчання з питань безпеки для оновлення знань та навичок працівників.

Комунікаційні навички:

Взаємодія з командою: Навички ефективної комунікації та співпраці з іншими членами робочої групи.

Використання спеціального обладнання:

Операція та обслуговування обладнання: Володіння навичками роботи зі спеціалізованим обладнанням, що використовується для робіт в колодязях.

Знання процедур та стандартів:

Відомість про безпекові стандарти: Знання та виконання всіх безпечних процедур, включаючи правила використання особистого захисту та робочого обладнання.

Враховання цих аспектів допоможе забезпечити, що працівники мають необхідні кваліфікації та знання для безпечного та ефективного виконання робіт в колодязях.

9 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЄКТУ РЕКОНСТРУКЦІЇ МАСИВУ ЗРОШЕННЯ

9.1 Визначення сумарних щорічних затрат після реконструкції масиву зрошення

По внутрішньогосподарській зрошувальній мережі сумарні щорічні витрати складають

$$C_{\text{мел}}^{\text{сум}} = A + A_{\text{пр}} + A_{\text{кр}} + \text{ЗП} + \text{ВЕЕ} + \text{ВГЗМ} + \text{АГВ}, \quad (9.1)$$

де, A - амортизаційні відрахування, грн. за рік;

$A_{\text{пр}}$ - витрати на поточний ремонт, грн. за рік;

$A_{\text{кр}}$ - витрати на капітальний ремонт, грн. за рік;

ЗП – річна зарплата штату, грн.;

ВЕЕ - вартість електроенергії, грн;

ВГЗМ - вартість горюче-змащувальних матеріалів грн.;

АГВ - адміністративно-господарські витрати, грн. в рік.

Амортизаційні відхилення основних фондів внутрішньогосподарської системи обраховуємо за формулою

$$A_{(\text{пр})} = \alpha_{(\text{пр})} \cdot \text{ПВ}/100, \quad (9.2)$$

де α - вартість частини зрошувальної системи на 1га зрошувальної площі.

Розрахунок амортизаційних відрахувань та витрат на поточний ремонт зводимо до табл. 9.1.

Таблиця 9.1 - Амортизаційні відрахування та затрати на поточний і капітальний ремонт

Основні фонди зрошувальної системи	Капітальні вкладення		Амортизаційні відрахування		Відрахування на поточний ремонт		Відрахування на капітальний ремонт	
	грн/га	тис. грн.	норма, %	тис. грн.	норма, %	тис. грн.	норма, %	тис. грн.
Насосна станція	180	157,428	3,8	5,98	0,5	0,79	0,7	1,1
Колекторно-дренажна мережа	90	78,714	3,8	2,99	0,5	0,39	0,7	0,55
Гідротехнічні споруди	200	174,920	4,5	7,87	2	3,5	2,2	3,85
Дорожна мережа	15	13,119	10,3	1,35	4	0,52	4,2	0,55
Закрита зрошувальна мережа	210	183,666	3,6	6,61	1,8	3,31	2	3,67
Допоміжні споруди	5	4,373	6	0,26	2,5	0,11	2,7	0,12
Дошувальні машини	120	104,952	10,1	10,6	4	4,2	4,2	4,41
Всього		717,172				12,820		14,250

Річну заробітну плату штату розраховуємо в табличній формі табл. 9.2

Таблиця 9.2 – Розрахунок заробітної плати працівників

Посада	Кількість працівників	Місячна заробітна плата	Заробітна плата за рік, грн.
Інженер гідротехнік	1	6200	74400
Оператор дошувальних машин	6	5200	62400
Тракторист - машиніст	6	4800	57600
Всього	13		194400
Відрахування			39960
Разом			154440

Річні затрати на електроенергію для механічного водопідйому води визначають за формулою

$$E = 0,004 \cdot M \cdot h \cdot F_{\text{мех}} \text{Ц}, \quad (9.3)$$

Де 0,004 - кількість електроенергії, необхідної для підняття 1 куб. м води на висоту 1 м, кВт-год;

M - середньозважена зрошувальна норма, м³/га;

h – висота механізованого підйому води, м;

$F_{\text{мех}}$ - площа зрошення, га;

Π – вартість 1 кВт год, грн.

В даному випадку отримаємо

$$E = 0,004 \cdot 3587,983 \cdot 62,55 \cdot 1063,5 \cdot 0,36 = 375059 \text{ грн.}$$

Вартість паливно-мастильних матеріалів складає 3% від вартості електроенергії

$$\text{ВПММ} = 375059 \cdot 0,03 = 11251 \text{ грн.}$$

Адміністративно-господарські витрати (АГВ) складають 25% від заробітної плати

$$\text{АГВ} = 255960 \cdot 0,25 = 63990 \text{ грн}$$

На утримання внутрішньогосподарської зрошувальної мережі ($C_{\text{мел}}^{\text{сум}}$) знаходять питомі затрати на 1 га зрошуваної площі

$$C_{\text{мел}}^{\text{уд}} = C_{\text{мел}}^{\text{сум}} / \omega_{\text{нетто}}^{\text{госп}}, \text{ грн.} \quad (9.5)$$

Питомі втрати на 1 м³ зрошувальної води поданої у господарство

$$C^{\text{уд}} = C_{\text{мел}}^{\text{сум}} / W, \text{ грн} \quad (9.6)$$

Використовуючи формулу (9.1) отримаємо

$$\begin{aligned} C_{\text{мел}}^{\text{сум}} &= 35660 + 12820 + 14250 + 255960 + 375059 + 11251 + 63990 \\ &= 768990 \text{ грн.} \end{aligned}$$

Тоді

$$C_{\text{мел}}^{\text{уд}} = 768990 / 1063,5 = 879 \text{ грн./га}$$

$$C^{\text{уд}} = 768990 / 3138050 = 0,26 \text{ грн/м}^3.$$

Щорічні затрати і структура собівартості експлуатаційних робіт на зрошувальній системі наведено в табл. 9.3

Таблиця 9.3 - Щорічні затрати і структура собівартості експлуатаційних робіт на зрошувальній системі

Вид затрат	Щорічні затрати, грн		Собівартість 1 м ³ води, грн	Структура собівартості, %
	Всього	на 1 га		
Амортизаційні відрахування	35660	33,5	0,0121	4,6
Затрати на поточний ремонт	12820	12,1	0,0043	1,7
Затрати на капітальний ремонт	14250	13,4	0,0048	1,9
Утримання експлуатаційного штату	255960	240,7	0,0865	33,3
Затрати на електроенергію	375059	352,7	0,1268	48,8
Затрати на паливно-мастильні матеріали	11251	10,6	0,0038	1,5
Адміністративно-господарські затрати	63990	60,2	0,0216	8,3
Всього затрат	768990	723,1	0,26	100

Таким чином ми отримали, що сумарні витрати на експлуатацію масиву зрошення складають 768990 грн., витрати на один гектар - 723 грн/га. Питомі витрати на 1 м³ зрошувальної води - 0,26 грн/м³.

9.2 Розрахунок економічної ефективності реконструкції масиву зрошення

Для визначення економічної ефективності експлуатаційних заходів необхідно порівняти витрати на вирощування сільськогосподарської продукції, загальну вартість проведення експлуатаційних заходів, і після них.

Економічна ефективність сільськогосподарського виробництва на зрошувальних землях буде збільшуватись у випадку, коли додаткові витрати на поліпшення умов експлуатації системи забезпечить зниження собівартості продукції, отримання більшого чистого прибутку і високу рентабельність

зрошувального землеробства.

Для визначення економічної ефективності реконструкції зрошувальної системи розраховуємо валовий збір і вартість продукції на зрошуваному масиві до і після проведення реконструкції. Розрахунки зводимо в табл. 9.4 і 9.5.

Таблиця 9.4 – Вартість сільськогосподарської продукції до реконструкції

№ поля	Сільськогосподарська культура	Площа, га	Урожайність, ц/га	Вартість продукції		Загальна вартість продукції, грн	
				грн/ц	грн/га		
1	Картопля рання + літній посів люцерни:	127,9					
	картопля		127,9	30	200	6000	767400
	люцерна на з/к		127,9	20	18	360	46044
2	Люцерна 2-го року на з/к	81,8	110	25	2750	224950	
3	Люцерна 3-го року на з/к	81,8	110	25	2750	224950	
4	Буряк столовий	131,9	45	90	4050	534195	
5	Горох + просо	131,9					
	горох на зерно		131,9	35	300	10500	1384950
	просо на з/к		131,9	25	25	625	82438
6	Гречка	125					
	зерно		125	30	400	12000	1500000
	солома		125	25	22	550	68750
7	Озима пшениця + зернобобові на з/к	122,3					
	зерно		122,3	40	200	8000	978400
	солома		122,3	25	20	500	61150
	зернобобові на з/к		122,3	22	20	440	53812
8	Помідори	129	150	150	22500	2902500	
9	Цибуля	131,9	40	200	8000	1055200	
Всього		1063,5			9294,5	9884739	

Таблиця 9.5 – Вартість сільськогосподарської продукції після реконструкції

№ поля	Сільськогосподарська продукція	Площа, га	Урожайність, ц/га	Вартість продукції		Загальна вартість продукції, грн.
				грн/ц	грн/га	
1	2	3	4	5	6	7
1	Картопля рання + літній посів люцерни:	127,9				
	картопля		127,9	45	200	9000

1	2	3	4	5	6	7
	люцерна на з/к	127,9	35	18	630	80577
2	Люцерна 2-го року на з/к	81,8	120	25	3000	245400
3	Люцерна 3-го року на з/к	81,8	120	25	3000	245400
4	Буряк столовий	131,9	70	90	6300	830970
5	Горох + просо	131,9				
	горох на зерно	131,9	55	300	16500	2176350
	просо на з/к	131,9	35	25	875	115413
6	Гречка	125				
	зерно	125	40	400	16000	2000000
	солома	125	35	22	770	96250
7	Озима пшениця + зернобобові на з/к	122,3				
	зерно	122,3	50	200	10000	1223000
	солома	122,3	30	20	600	73380
	зернобобові на з/к	122,3	35	20	700	85610
8	Помідори	129	220	150	33000	4257000
9	Цибуля	131,9	55	200	11000	1450900
	Всього	1063,5			13193,6	14031350

Таблиця – 9.6 – Загальні витрати і чистий прибуток до реконструкції

Сільськогосподарська культура	Вартість валової продукції		Сільськогосподарські витрати		Меліоративні витрати		Загальні витрати		Чистий прибуток	
	всього, тис. грн.	на 1 га, грн.	всього, тис. грн.	на 1 га, грн.	всього, тис. грн.	на 1 га, грн.	всього, тис. грн.	на 1 га, грн.	всього, тис. грн.	на 1 га, грн.
Картопля рання + літній посів люцерни	813,4440	6360	383,700	3000	126,838	991,70	510,54	3991,70	302,906	2368
Люцерна 2-го року	224,9500	2750	49,080	600	110,362	1349,17	159,44	1949,17	65,508	801
Люцерна 3-го року	224,9500	2750	49,080	600	110,362	1349,17	159,44	1949,17	65,508	801
Буряк столовий	534,1950	4050	329,750	2500	82,133	622,69	411,88	3122,69	122,312	927
Горох + просо	1467,3880	11125	237,420	1800	109,511	830,26	346,93	2630,26	1120,457	8495
Гречка	1568,7500	12550	250,000	2000	69,188	553,51	319,19	2553,51	1249,562	9996
Озима пшениця + зернобобові на з/к	1093,3620	8940	232,370	1900	95,899	784,13	328,27	2684,13	765,093	6256
Помідори	2902,5000	22500	580,500	4500	110,078	853,32	690,58	5353,32	2211,922	17147
Цибуля	1055,2000	8000	422,080	3200	69,965	530,44	492,05	3730,44	563,155	4270
Всього	9884,7390	9295	2533,980	2383	884	831,54	3418	3214,22	6466	6080

Таблиця – 9.7 – Загальні витрати і чистий прибуток після реконструкції зрошувальної системи

Культура	Площа, га	Зрошувальна норма нетто, м ³ /га	Споживання води		Меліоративне розподілення витрат, тис. грн.	Сільськогосподарські витрати		Сумарні витрати, тис. грн.	Чистий прибуток	
			тис. м ³	%		всього, тис. грн.	на 1 га, грн.		всього, тис. грн.	на 1 га, грн.
Картопля рання + літній посів люцерни	127,9	4300	549,97	14	110,294	383,7	3000	493,994	737,683	5768
Люцерна 2- го року	81,8	5850	478,53	12	95,967	49,08	600	145,047	100,353	1227
Люцерна 3- го року	81,8	5850	478,53	12	95,967	49,08	600	145,047	100,353	1227
Буряк столовий	131,9	2700	356,13	9	71,420	329,75	2500	401,170	429,800	3259
Горох + просо	131,9	3600	474,84	12	95,227	237,42	1800	332,647	1959,116	14853
Гречка	125	2400	300	8	60,164	250	2000	310,164	1786,086	14289
Озима пшениця + зернобобові на з/к	122,3	3400	415,82	11	83,391	232,37	1900	315,761	1066,229	8718
Помідори	129	3700	477,3	12	95,720	580,5	4500	676,220	3580,780	27758
Цибуля	131,9	2300	303,37	8	60,840	422,08	3200	482,920	967,980	7339
Всього	1063,5		3834,49	100	768,990	2533,98	2382,68	3302,970	10728,380	10088

Для визначення економічної ефективності реконструкції зрошувальної системи розраховують основні техніко-економічні показники (табл. 9.8).

Таблиця 9.8 – Загальна економічна ефективність вирощування сільськогосподарських культур

Показники	До проведення реконструкції	Після проведення реконструкції
Вартість валової продукції на 1 га	9295	13194
Сумарні витрати на 1 га	6080	3106
В тому числі:		
сільськогосподарські	2383	2383
меліоративні	832	723
Собівартість зрошувальної води	0,28	0,26
Чистий прибуток	6080	10088
Додатковий чистий прибуток	-	4007
Рентабельність, %	100	325
Час окуплення системи, років		10

За отриманими даними ми може зробити висновок що за рахунок проведення реконструкції зрошувальної системи рентабельність виросла з 100 до 325 %.

ВИСНОВКИ

В кваліфікаційній роботі розроблена «реконструкція внутрішньогосподарської зрошувальної системи на землях Першотравневської територіальної громади Нікопольського району Дніпропетровської області на площі 1063,5 га.

На ділянці зрошення передбачається вирощування таких сільськогосподарських культур як картопля рання, люцерна, буряк столову, гречка, озима пшениця, помідори, цибуля.

Виходячи із складу сільськогосподарських культур і рельєфу ділянки зрошення, обраний полив широкозахватними дощувальними машинами фронтальної дії «Zimmatic». Виходячи з водоспоживання культур і способу поливу був виконаний розрахунок режиму зрошення кожної культури сівозміни, у відповідності до якого зрошувальна норма становить 1900-4800 м³/га, при цьому гідромодуль склав $q = 0,74 \text{ л}/(\text{с} \cdot \text{га})$.

Беручи до уваги витрату води і вільний напір був виконаний гідравлічний розрахунок зрошувальної мережі. Вода повинна подаватися на поля по поліетиленовим трубопроводам діаметром 600,500,350 і 250 мм.

Розроблена організація виробництва робіт з реконструкції зрошувальної системи. Загальний об'єм земляних робіт при реконструкції склав 85,662 тис. м³.

Для виконання будівельних і монтажних робіт по найменшим приведеним витратам обраний комплект будівельних машин: бульдозер на гусеничному ході марки ДЗ-101А; екскаватор – ЕТ-14-20; автомобільний кран – КС-3579.

Реконструкція зрошувальної ділянки буде виконуватись комплексною бригадою будівельників, що складається з 18 працівників різних будівельних спеціальностей: машиніст 6 розряду – 2 люд.; монтажник 5 розряду – 2 люд.; монтажник 3 розряду – 2 люд.; землекоп 2 розряду – 10 люд.

В кваліфікаційній роботі розроблена технологія виробництва будівельних і монтажних робіт, запропоновані заходи по безпечному проведенню робіт і надані заходи по охороні навколишнього середовища.

Кошторисна вартість будівництва визначена в сумі 41995,854 тис. грн.

Для визначення економічної ефективності реконструкції зрошувальної системи були розраховані основні техніко-економічні показники: чистий прибуток на 1 га – 10088 грн.; додатковий чистий прибуток – 4007 грн.; рентабельність – 325 %.

Отримані техніко-економічні показники свідчать про доцільність реконструкції зрошувальної системи.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТРИ

1. Ромашенко М.І., Балюк С.А. Зрошення земель в Україні. Стан та шлях поліпшення. - К.: Видавництво «Світ», 2000. - 114с.
2. Зрошення: стан справ в Україні [Електронний ресурс]: <http://surl.li/onykf>.
3. Першотравневе (Нікопольський район) [Електронний ресурс]: <http://surl.li/onyli>.
4. Історична довідка Першотравневської сільської ради [Електронний ресурс]: <http://surl.li/onymc>.
5. Природно-сільськогосподарське районування України [Електронний ресурс]: https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u18/monograph_natural_agricultural_zoning.pdf
6. Технологія вирощування картоплі [Електронний ресурс]: https://ikar.in.ua/potato_intresting/technology/
7. Технологія вирощування картоплі / Агрономія сьогодні [Електронний ресурс]: <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/21189-tekhnohiiia-vyroshchuvannia-kartopli.html>
8. Технологія вирощування люцерни / Кормовиробництво [Електронний ресурс]: <https://agronomy.com.ua/statti/29-kormovyrobnytstvo/768-tekhnohiiia-vyroshchuvannia-liutserny.html>
9. Люцерна. Способи вирощування: за і проти. [Електронний ресурс]: <http://surl.li/onyqs>
10. Помідор - особливості технології вирощування [Електронний ресурс]: <https://agrolife.ua/ua/blog/pomidor-osobennosti-tehnologii-viraschivaniya/>
11. Технологія вирощування томатів у відкритому ґрунті [Електронний ресурс]: <https://agrocity.ua/virashivanie/tehnologiya-vyrashhivaniya-tomatov-v-otkrytom-grunte/>
12. Технологія посіву гречки в Україні [Електронний ресурс]: <http://surl.li/onyse>

13. Технологія вирощування столових буряків [Електронний ресурс]:
<https://disted.edu.vn.ua/courses/learn/2236>
14. Цибуля ріпчаста - технологія вирощування [Електронний ресурс]:
https://agromage.com/stat_id.php?id=1054
15. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з розрахунку режиму зрошення сільськогосподарських культур / Дніпровський державний аграрно-економічний університет, Дніпро, 2022. - 92 с.
16. Географічна енциклопедія України: В 3-х т. / Маринич О.М. та ін. – К.: Українська Радянська Енциклопедія ім. Бажана
17. О. І. Ольховик, А. А. Білецький О-56 Технологія будівництва гідротехнічних, водогосподарських та природоохоронних споруд : навч. посібник [Електронне видання]. – Рівне : НУВГП, 2019. – 377 с.
18. Меліоративні системи та споруди: ДБН В.2.4-1-99. - К.: Держбуд, 1999.- 126 с.
19. Технічні характеристики насосу Д630-90 [Електронний ресурс]:
https://konsolnik.com.ua/nasosy-dvustoronnego-vkhoda-d-1d/nasos_d630-90/
20. Технічні характеристики насосу К90-55а [Електронний ресурс]:
<https://konsolnik.com.ua/nasosyi-konsolnyie-k-km/nasos-k90-55/>
21. Довідник нормативно-технічних даних для проектів виконання комплексу робіт зі зведення надземної частини будівель та споруд Вінниця ВНТУ 2006.; Електронний ресурс:
<http://prilipko.vk.vntu.edu.ua/file/1/2a92882f9266d1bec3fcc00eb081f937.pdf>
22. Технічні характеристики баштових пересувних кранів.; Електронний ресурс : <https://studfile.net/preview/5025635/page:16/>.
23. Технічні характеристики бульдозерів.; Електронний ресурс:
<http://www.avtomash.ru/katalog/pred/tract/chtz/buld/b10mb0121v4.html?ana7>.

24. Технічні характеристики катків ґрунтових прицепних.; Електронний ресурс:<http://www.cdminfo.ru/spetstechnika/dorozhnaya-tehnika/8.1.-katki-gruntovyye.html>.
25. Технічні характеристики вантажного самоскиду.; Електронний ресурс:
<http://allspectech.com/gruzovaya-tehnika/samosvaly/karernye/maz-5551.html>
26. Автобетонозмішувачі Liebherr в Україні.; Електронний ресурс:
<https://modus.kiev.ua/liebherr/>.
27. Технічні характеристики автобетонозмішувача з електроприводом.; Електронний ресурс:
<https://www.liebherr.com/ru/rus/про%20дукты/строительнымашины/бетоносмесительнаятехника/автобетоносмеситель/details/html>.
28. Державне підприємство «Спеціалізована державна експертна організація – центральна служба української державної будівельної експертизи».; Електронний ресурс: <http://www.ukrbudex.org.ua/galuzevinovini-tapodiyi/novunu/shchodo-koshtorisnoyi-zarobitnoyi-plati-yaka-vrahovuyetsya-p-74>.
29. ДБН АЗ.1-5-96 Організація будівельного виробництва / Мінрегіон України. К.: Укрдержбудекспертиза, 2014. – 33 с.
30. ДП «УКРДЕРЖБУДЕКСПЕРТИЗА».; Електронний ресурс:
<http://www.ukrbudex.org.ua/galuzev-novini-ta-podiyi/novunu/shchodo-koshtorisnoyi-zarobitnoyi-plati-yaka-vrahovuyetsya-p-74>
31. Про затвердження Правил охорони праці під час розробки родовищ корисних копалин відкритим способом.; Електронний ресурс:
<https://ips.ligazakon.net/document/view/RE17651?an=1247>.
32. Охорона праці при геологорозвідувальних роботах.; Електронний ресурс:
<http://ir.nmu.org.ua/bitstream/handle/123456789/108580/CD497.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

33. Охорона праці в будівництві: Навч. посібник / Г.М. Крикунов, П.Т. Резніченко.-К.; ІСДО. 1994.-272с.
34. Рекомендації для агроформувань щодо застосування поверхневого поливу в межах діючих зрошувальних систем (світовий та вітчизняний досвід) - Київ, 2002. - 43с.
35. Ресурсні кошторисні норми експлуатації будівельних машин та механізмів: ДБН Д.2.7-2000. - Київ.-2001.-337с.