

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства та
природокористування
Навчально-науковий інститут водного господарства та
природооблаштування
Кафедра водної інженерії та водних технологій

01-01-69М

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання практичних занять, курсового проекту
«Проектування зрошувальної системи з колекторно-
дренажною мережею» та самостійної роботи з дисципліни
«Водна інженерія та водні технології» розділу «Водна
інженерія та водні технології в зоні недостатнього
зволоження» для здобувачів вищої освіти першого
(бакалаврського) рівня ОПП «Гідротехнічне будівництво,
водна інженерія та водні технології» спеціальності
194 «Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні
технології» денної та заочної форм навчання

Рекомендовано
науково-методичною радою
з якості ННІЕАВГ
Протокол № 1 від 24.09.2024 р.

Рівне – 2024

Методичні вказівки до виконання практичних занять, курсового проекту на тему «Проектування зрошувальної системи з колекторно-дренажною мережею» та самостійної роботи з дисципліни «Водна інженерія та водні технології» розділу «Водна інженерія та водні технології в зоні недостатнього зволоження» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня ОПП «Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології» спеціальності 194 «Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології» денної та заочної форм навчання. [Електронне видання] / Турченко В. О. – Рівне : НУВГП, 2024. – 60 с.

Укладач: Турченко В. О., д.т.н., професор кафедри водної інженерії та водних технологій.

Відповідальний за випуск – Турченко В. О., д.т.н., професор, завідувач кафедри водної інженерії та водних технологій.

Керівник ОПП

Хлапук М. М.

© В. О. Турченко, 2024
© Національний університет
водного господарства та
природокористування, 2024

Зміст

Вступ.....	3
I. Практичні заняття.....	4
II. Курсовий проект.....	5
III. Самостійна робота.....	7
IV. Методичні вказівки до виконання практичних завдань і курсового проекту.....	8
V. Рекомендована література.....	52
VI. Додатки.....	53

Вступ

Методичні вказівки підготовлені для надання допомоги студентам денної та заочної форм навчання спеціальності 194 «Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології» при проектуванні систем зрошення в різних ґрунтово-геологічних умовах, в тому числі на засолених землях.

У процесі виконання практичних занять, розробки курсового проекту студенти повинні оволодіти сучасними методами проектування та розрахунку елементів зрошувальних систем зони недостатнього зволоження, визначення та обґрунтування параметрів зрошувальної та колекторно-дренажної мереж при різних гідрогеологічних, ґрунтових і кліматичних умовах.

При розробці та оформленні результатів виконання практичних робіт, розробці розділів курсового проекту та його графічної частини необхідно користуватися державними та галузевими стандартами, нормативними документами (див. список літератури).

I. Практичні заняття
1.1. Тематика практичних занять

№ з/п	Тема практичного заняття (Розділ «Водна інженерія та водні технології в зоні недостатнього зволоження»)	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	Розрахунок режиму зрошення сільсько-господарських культур. Графік роботи дощувальних машин	2	2
2	Проектування відкритої зрошувальної мережі	2	2
3	Визначення розрахункових витрат відкритої зрошувальної мережі, гідравлічний розрахунок	4	2
4	Побудова поздовжніх профілів по відкритій зрошувальній мережі	2	
5	Прогноз зміни гідрогеологічної ситуації на масиві зрошення	2	2
6	Визначення параметрів дренажу на зрошуваному масиві	2	2
7	Проектування і розрахунок колекторно-дренажної мережі на масиві зрошення	2	
8	Побудова поздовжніх профілів по колекторно-дренажній мережі	2	
9	Проектування гідротехнічних споруд, доріг, лісосмуг на зрошувальній та колекторно-дренажній мережах	2	
Всього		20	10

II. Курсовий проект

Курсовий проект складається із 23...25 аркушів паперу формату А-4 текстової частини, яка ілюструється графічними додатками та таблицями. У тексті повинні бути посилання на використану літературу. Графічна частина представлена планом зрошувальної системи, виконаному на стандартному листі формату А-2, і поздовжніми профілями лінійних споруд (каналів, колекторів, дрен).

На початку проекту подають «Зміст», який повинен включати перелік всіх розділів, розроблених у курсовому проекті.

Вихідні дані, необхідні для розробки курсового проекту, видаються кожному студенту індивідуально.

Курсовий проект оцінюється в 30 балів.

Зміст пояснювальної записки до курсового проекту

Вступ

1. Природні умови масиву.
 - 1.1. Місцезнаходження об'єкта проектування.
 - 1.2. Кліматичні умови.
 - 1.3. Топографічні дані.
 - 1.4. Грунтово-гідрогеологічні умови.
 - 1.5. Джерело зрошування.
 - 1.6. Обґрунтування меліоративних заходів.
 - 1.7. Сільськогосподарське використання зрошуваних земель.
2. Режим зрошування і техніка поливу сільськогосподарських культур.
 - 2.1. Обґрунтування способу і техніки поливу.
 - 2.2. Режим зрошування сільськогосподарських культур.
 - 2.3. Техніка поливу.
 - 2.3.1. Проектування сівозміни на плані.
 - 2.3.2. Розрахунки техніки поливу.

3. Проектування і розрахунки провідної зрошувальної мережі.

3.1. Проектування зрошувальної мережі на плані.

3.2. Визначення розрахункових витрат провідних зрошувальних каналів.

3.3. Гідравлічний розрахунок зрошувальних каналів.

3.4. Побудова поздовжніх профілів зрошувальних каналів.

4. Проектування та розрахунок колекторно-дренажної мережі на засолених землях.

4.1. Прогноз зміни гідрогеологічної ситуації на масиві зрошування.

4.2. Визначення критичної глибини РГВ на зрошувальній ділянці.

4.3. Обґрунтування необхідності влаштування дренажу.

4.4. Проектування дренажу.

4.4.1. Визначення глибини закладання дрен.

4.4.2. Визначення відстані між дренами.

4.4.3. Планове розміщення колекторно-дренажної мережі.

4.4.4. Гідравлічний розрахунок колекторно-дренажної мережі.

4.5. Побудова поздовжніх профілів колекторно-дренажної мережі.

5. Споруди, на зрошувальній мережі. Дороги і лісосмуги на зрошувальній системі.

5.1. Дороги.

5.2. Споруди.

5.3. Лісосмуги.

Література.

Вимоги до оформлення курсового проекту

Пояснювальна записка оформляється на стандартних аркушах формату А4. На сторінках тексту відповідно до ЄСКД, роблять рамки із дотриманням полів: зліва – 25 мм, справа –

10 мм, зверху – 20 мм, знизу – 25 мм.

На плані зрошувальної системи, виконаному в масштабі 1:10000, у загальноприйнятих умовних позначеннях, показують всі основні її елементи (зрошувальна та дренажно-колекторна мережа, необхідні гідротехнічні споруди, дороги, лісосмуги, тощо).

Поздовжні профілі виконують у масштабах M_r 1:10000 та M_v 1:100 згідно існуючих державних стандартів.

III. Самостійна робота

Розподіл годин самостійної роботи з дисципліни «Водна інженерія та водні технології», розділ «Водна інженерія та водні технології в зоні недостатнього зволоження» для студентів денної форми навчання – 82 годин, для заочної форми навчання – 108 год. Розподіл годин для денної форми навчання наступний: 19 годин (0,5 год/1,0 год лекції та практичних занять) – опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до практичних занять; 12 годин (3 год/1 кредит ECTS) – підготовка до контрольних заходів; 21 годин (2 год/1 тему) – підготовка питань, які не розглядаються під час аудиторних занять. 30 годин – індивідуальне завдання (КП). Всього: 82 годин.

Теми для самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
1	2		
1	Вплив зрошення на ґрунт, рослини, мікроклімат і врожайність сільськогосподарських культур	2	6
2	Оптимальні умови розвитку сільськогосподарських культур	2	6
3	Водоспоживання сільськогосподарських культур і методи його визначення	2	6

4	Самопливні поверхневі способи поливу: полив по борознах, полив по смугах, полив затопленням	2	6
5	Дощування і дощувальні системи. Технологічні схеми роботи основних дощувальних машин	2	6
6	Перспективи розвитку зрошувальних меліорацій	2	6
7	Причини засолення та заболочення зрошуваних земель	4	6
8	Види меліорації засолених земель	3	6
9	Проектування та розрахунок колекторно-дренажної мережі на засолені землі	4	8
	Всього	21	56

IV. Методичні вказівки до виконання практичних завдань і курсового проекту

Вступ

Стисло розкривається викладається необхідність зрошування земель, як одного з головних меліоративних заходів інтенсифікації сільськогосподарського виробництва, а також цілі та задачі, що вирішуються проектом.

1. Природні умови масиву

Наводиться характеристика природничих і господарських умов району проектування, на основі чого обґрунтовуються необхідні інженерно-меліоративні заходи з освоєння засолених земель, а також склад сільськогосподарських культур у сівозмінах.

1.1. Місцезнаходження масиву

Вказується найменування і місцезнаходження масиву зрошування (республіка, область, район, найближча залізнична та метеостанція, землевласник).

Вказується відстань від масиву до адміністративних районів, центрів, які можуть бути джерелом постачання робочої сили і будівельних матеріалів; наявність під'їзних шляхів, електроенергії, тощо, на основі чого робиться висновок про можливість своєчасного забезпечення об'єкта будівництва робочою силою та будівельними матеріалами.

1.2. Кліматичні умови

На основі наявних довідкових даних, наводять короткий загальний опис клімату, включаючи показники температури повітря, кількість атмосферних опадів, переважаючі напрями і швидкість вітру, наявність суховіїв, відносну вологість повітря, середній багаторічний об'єм випаровування з водних поверхонь, глибину промерзання ґрунту тощо. Середньодадані дані по температурі, опадах та дефіциту вологості повітря (рік 75%) наведені в додатку 1.

Окрім цього, надаються дані щодо тривалості безморозного періоду та вказується сума активних температур повітря за вегетаційний період, що впливає на вибір сільськогосподарських культур у проектних сівозмінах.

1.3. Топографічні дані

Аналіз рельєфних умов проводиться на основі топографічного плану території зрошуваного масиву, виконаного у масштабі 1:10000 з горизонталями через 1,0 м та напівгоризонталями через 0,5 м.

Вказують, до яких геоморфологічних елементів належить дана територія (наприклад, заплава, надзаплавна тераса, схил, водороздільна рівнина тощо), характер рельєфу (спокійний, хвилястий, пересічений балками тощо), напрям і величину загального нахилу поверхні, максимальні і мінімальні позначки поверхні в межах зрошуваного масиву.

На основі аналізу природних умов роблять висновок

про можливість та доцільність застосування певних методів і технік поливу, планування поверхні, проектування відкритої чи закритої зрошувальної мережі, а також схеми розміщення колекторно-дренажної мережі.

1.4. Ґрунтово-гідрогеологічні умови

Ґрунти є ключовим об'єктом для здійснення запроєктованих меліоративних заходів та вкладення коштів у меліоративне будівництво. Опис характеристик ґрунтів необхідний для обґрунтування вибору сільськогосподарських культур і їх врожайності, а також для проектування режимів поливу та техніки зрошення. Разом з топографією масиву, дані меліоративних досліджень є основою для вибору методу поливу та враховуються при проектуванні режиму зрошення і розрахунку дренажу на зрошуваних землях.

При характеристиці ґрунтово-гідрогеологічних умов необхідно висвітлити дані про тип і гранулометричний склад ґрунтів, об'ємну масу, найменшу вологемкість ґрунту, вологість ґрунту під час сівби, вміст солей у метровому шарі ґрунту, потужність гумусного шару, швидкість усмоктування води ґрунтом, глибину залягання і мінералізацію підґрунтової води, а також умови відтоку підґрунтової води. На основі аналізу роблять висновок про умови вирощування сільськогосподарських культур, застосування підходящих методів і технік поливу, та необхідність проектування дренажу.

1.5. Джерело зрошення

Опис джерела зрошення включає короткий гідрографічний опис району проектування (назва джерела, його водозбірна площа, коротка характеристика басейну), гідрологічний режим джерела зрошення (корисний об'єм і витрата, максимальні і мінімальні позначки рівнів води на гідропості під час водозабору, нахил поверхні водотоку),

якість зрошувальної води (хімічний склад, мінералізація, наявність зважених наносів, середньозважена гідравлічна крупність наносів, температура води). На основі цих даних роблять висновок про придатність води для зрошування і зрошувальну спроможність джерела, обґрунтовують метод подачі води в зрошувальну мережу.

1.6. Обґрунтування меліоративних заходів

Для обґрунтування необхідності зрошування аналізують погодно-кліматичні умови, порівнюючи два основні елементи водного балансу масиву: витратний (сумарне випаровування за вегетаційний період) та прихідний (опадів за той же період). Якщо випаровування перевищує кількість опадів, то зрошування земель у даному районі є необхідним. На основі гідрогеологічних умов масиву зрошування приймається рішення про необхідність дренажу як обов'язкової умови освоєння засоленних земель шляхом зрошування.

1.7. Сільськогосподарське використання зрошуваних земель

Склад проектних сівозмін на зрошуваних землях формується з урахуванням напрямку сільськогосподарської діяльності господарств, кліматичних та ґрунтових умов (дод. 2.). У пояснювальній записці до курсового проекту склад сільськогосподарських культур у проектних сівозмінах наводиться у формі таблиці (табл. 1.1).

Таблиця 1.1

Склад культур в сівозміні

№ поля	Назва культури	Площа під культурою

2. Режим зрошування і техніка поливу сільськогосподарських культур

2.1. Обґрунтування способу і техніки поливу

На основі аналізу природних умов необхідно обґрунтувати найбільш придатний спосіб поливу сільськогосподарських культур в умовах засолених земель. Одним із таких методів може бути дощування за допомогою дощувальних установок, які забезпечують достатню інтенсивність штучного дощу. Рекомендується використовувати дощувальні машини типу ДДА, наприклад, ДДА-100М, ДДА-100МА, «Qaudrostar QS-100». Спосіб поливу – в русі, з забором води з відкритої зрошуваної мережі.

Переваги включають мінімальну потребу у ручній праці, мобільність, високу продуктивність та ефективність процесу зрошування.

Технічна характеристика дощувальних машин наводиться у таблиці 2.1.

Технологічна схема поливу наведена сільськогосподарських культур дощувальними машинами типу ДДА наведена на рисунку 2.1.

Таблиця 2.1

Технічна характеристика

Модифікація ДМ	Витрата, л/с	Напір, м	Відстань між каналами, м	Робоча швид- кість, м/хв		Транс- портна швид- кість, км/год	Шар дощу за один прохід, мм
				вперед	назад		
ДДА – 100 МА	130	40	120	4,5...11, 3	4,53...9, 6	4,27	5

ДДА – 100	100	38	120	7,6...9,4	4,1...8,0	4,27	5
«Qaudrostar QS-100»	71,3	25	128	1,0...7,0	1,0...7,0	-	5...60

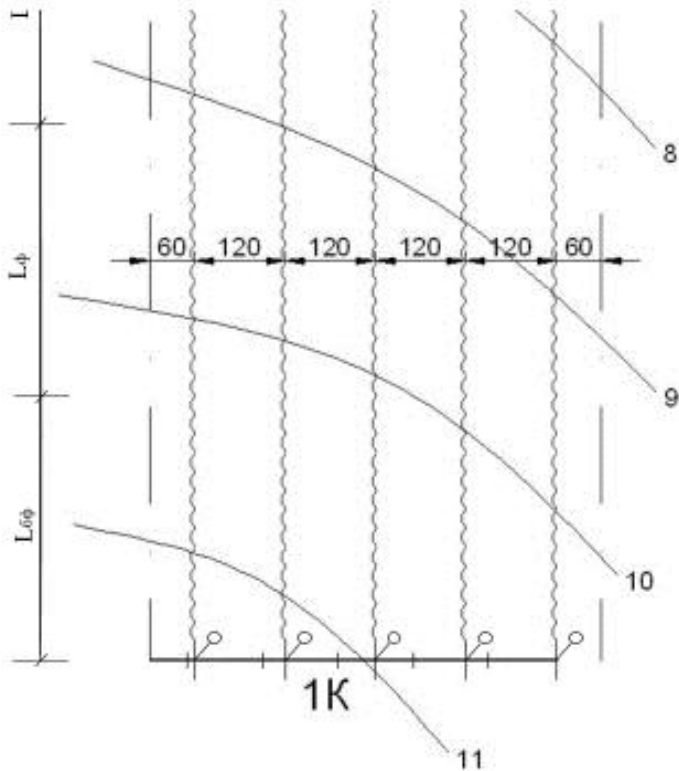


Рис.2.1. Схема поливу сільськогосподарських культур дощувальними машинами типу ДДА

2.2. Режим зрошування сільськогосподарських культур

Режим зрошування сільськогосподарських культур – це зрошувальна, поливна норми, кількість і строки поливів.

Зрошувальна норма – це кількість води, що подається на зрошування 1 га площі за вегетаційний період, м³/га.

Полівна норма – це кількість води, яка подається на зрошування 1 га площі за 1 полив.

Розрахунки режимів зрошування на стадії проектування зрошувальної системи проводяться для року 75 % забезпеченості по дефіциту вологи.

При розробці курсового проекту режими зрошування сільськогосподарських культур приймаються на основі рекомендацій науково-дослідних установ (Додаток 3) і подаються у вигляді таблиці (табл.2.2).

Таблиця 2.2

Строки і норми поливу сільськогосподарських культур для умов області (рік 75% забезпеченості)

Найменування культур	№ поливу	Строки поливу		Полівна норма м _{бр} , м ³ /га
		початок	кінець	
1	2	3	4	5

2.3. Техніка поливу

2.3.1. Проектування сівозміни на плані

На плані поверхні ділянки необхідно запроектувати одну сівозміну, яка буде зрошуватись дощувальними машинами типу ДДА з відкритих каналів.

При проектуванні сівозміни на плані необхідно врахувати, що:

- оптимальна площа поля сівозміни має бути в межах 50...80 га;
- поле має мати форму прямокутника або квадрата,

якщо прямокутника, то співвідношення більшої сторони до меншої, по можливості, має не перевищувати 2:1;

- поля в межах однієї сівозміни мають бути рівновеликими. Допускається відхилення площ окремих полів у межах сівозміни на 10...15%;
- розміри окремого поля сівозміни мають бути ув'язані з параметрами техніки поливу;
- елементи рельєфу, на яких розміщена сівозміна, мають відповідати вимогам продуктивної роботи ДМ типу ДДА, тобто похил поверхні в напрямку поливу не має перевищувати 0,005.

Межі проектної сівозміни наносяться на план зрошувальної ділянки (рис.2.2)

Умовні позначення:

- номер поля
с/госміни; площа поля, га;
- насосна станція;
- напірний трубопровід;
- накопичувальний басейн;
- розподільчі канали;
- зрошувальні канали;
- тимчасові зрошувачі;
- переходи на зрошувальному водопостачувальному каналі;
- лісосмуга;
- позначки природного рельєфу;
- водовідпуск в розподільчий канал;
- водовідпуск з перехідом в зрошувальний канал;
- водовідпуск в зрошувальний канал;
- шлюз регулятор з перехідом;
- перехід трубчастий;
- водовідпуск в тимчасовий зрошувач;
- водоскид з зрошувальних каналів;
- колектори;
- дрена;

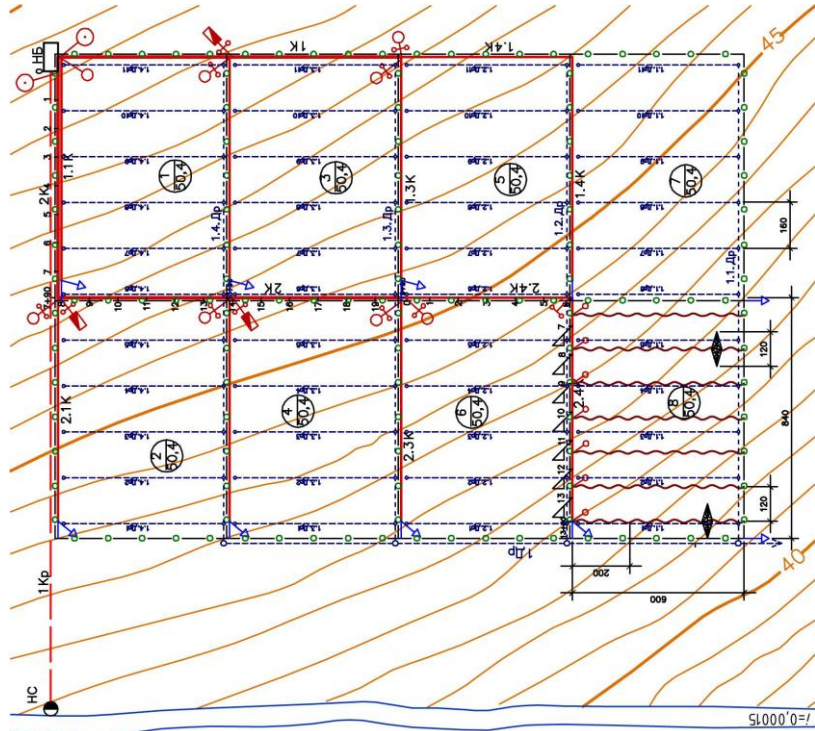


Рис. 2.2. План зрошувальної системи з КДМ

2.3.2. Розрахунки техніки поливу

Розрахунки техніки поливу дощуванням полягають у визначенні:

- середньої інтенсивності дощування;
- тривалості дощування;
- продуктивності дощувальних машин;
- кількості дощувальних машин, необхідної для поливу сівозміни.

Визначення середньої інтенсивності дощування.

Середня інтенсивність дощування – це шар води, який утворює дощувальна машина за один прохід по б'єфу, мм/хв. Для машин типу ДДА середня інтенсивність дощування визначається за виразом

$$\rho_{\text{сеп}} = \frac{60 \cdot Q \cdot \beta}{\omega}, \text{ мм/хв,}$$

де Q – витрата дощувальної машини, л/с; β – коефіцієнт, який враховує витрати води на випаровування при дощуванні, ($\beta=0,9$); ω – площа поливу за 1 прохід по б'єфу, м². Визначається як

$$\omega = b \cdot l_6, \text{ м}^2,$$

де b – ширина захвату ДМ, м ($b=120$ м); l_6 – довжина б'єфу (гону), тобто довжина частини тимчасового зрошувача, на якій може працювати ДМ, залежить від похилу тимчасового зрошувача. Визначається як

$$l_6 = \frac{h_{\text{мак}} - h_{\text{мін}}}{i_{\text{тз}}}, \text{ м}$$

де $i_{\text{тз}}$ – ухил тимчасового зрошувача; $h_{\text{мін}}$ – мінімальна глибина води в тимчасовому зрошувачі, $h_{\text{мін}}=0,35$ м; $h_{\text{мак}}$ – максимальна глибина води в тимчасовому зрошувачі, $h_{\text{мак}}=0,85$ м.

Довжина тимчасового зрошувача (поля)м $l_{\text{тз}}$ повинна

бути кратною довжині б'єфа, тобто кількість б'єфів дорівнює

$$n_6 = \frac{l_{тз}}{l_6}, \text{ шт.}$$

Отримана кількість б'єфів заокруглюється до цілого числа в більшу сторону. Тоді, остаточно, довжина б'єфа визначається за виразом

$$l_6 = \frac{l_{тз}}{n_6}, \text{ м.}$$

При поливі інтенсивність дощу не повинна перевищувати швидкість всмоктування ($\rho_{сер} < K_{вс}$).

Визначення тривалості дощування.

Для машин, які працюють в русі і пересуваються фронтально типу ДДА визначаємо кількість проходів по б'єфу:

$$n_{np} = \frac{m^{6p}}{10 \cdot h_{1np}}, \text{ раз,}$$

де m^{6p} – поливна норма брутто, $\text{м}^3/\text{га}$; h_{1np} - шар води, який створює машина за 1 прохід по б'єфу, мм ;

Шар дощу, який створює машина за один прохід по б'єфу визначається за виразом

$$h_{1np} = \rho_{сер} \cdot t, \text{ мм,}$$

де t – тривалість проходу машини по б'єфу, хв. ;

$$t = \frac{l_6}{V}, \text{ хв.}$$

де V – робоча швидкість руху машини, мм/хв , визначається за технічною характеристикою (див. табл. 2.1).

Визначення продуктивності дощувальних машин

Змінна продуктивність ДМ визначається за виразом:

$$F_{зм} = \frac{3,6 \cdot Q_m \cdot t_{зм}}{m^{бр}} \cdot \beta \cdot K_{зм}^n, \text{ га/зМ},$$

де Q_m – витрата ДМ, л/с; $m^{бр}$ – поливна норма бруто, $m^3/\text{га}$; $t_{зм}$ – тривалість зміни, год (8 год); $K_{зм}^n$ – коефіцієнт, який враховує втрати робочого часу машини на протязі зміни і приймається згідно технічної характеристики залежно від величини поливної норми (0,8...0,85).

При цілодобовій роботі сезонна продуктивність ДМ визначається за виразом:

$$F_{сез} = \frac{86,4 \cdot Q_m \cdot T \cdot \beta \cdot K_{добр}^n \cdot \tau \cdot K_б}{m^{бр}}, \text{ га/сез},$$

де T – тривалість роботи ДМ за сезон (7...10 діб); $K_{добр}^n$ – коефіцієнт, що враховує втрати робочого часу машини на протязі доби і приймається згідно технічної характеристики залежно від величини поливної норми (0,75...0,8); $K_б$ – коефіцієнт, що враховує втрати робочого часу на переbazування машини і приймається у межах (0,85...0,9); τ – коефіцієнт, що враховує метеoумови (0,9...0,95).

Визначення кількості дощувальних машин.

Загальна кількість дощувальних машин для поливу сівозміни визначається за сезонною продуктивністю

$$N_{заг} = \frac{F_{сів}^{бр} \cdot K_{зв}}{F_{сез}}, \text{ шт},$$

де $F_{сів}^{бр}$ – площа сівозміни (бруто), га; $K_{зв}$ – коефіцієнт земельного використання.

Визначення кількості дощувальних машин, що працюють як від відкритої, так і від закритої зрошувальної мережі при розробці курсового проекту виконується графічно шляхом укомплектування графіка роботи дощувальних машин.

Вихідними даними для складання графіка роботи дощувальних машин (рис. 2.2, табл. 2.3) є:

- поливні норми і строки поливу сільськогосподарських культур, що входять до проектної сівозміни;
- площа, яку займає кожна культура сівозміни, га;
- витрата дощувальної машини, л/с;
- коефіцієнт використання робочого часу машини на протязі доби.

При складанні графіків роботи ДМ може бути декілька схем розміщення машин на полях:

- одна машина на одне поле сівозміни (рис. 2.2);
- одна машина на два поля;
- декілька машин на одне поле сівозміни при умові, що сумарна витрата води на поле не перевищує 200...250 л/с.

Складання графіка поливів виконують в формі таблиці у наступному порядку (табл. 2.3):

- в таблицю виписують всі культури сівозміни;
- у вигляді відрізків суцільних прямих ліній показують рекомендовані строки поливу кожної рослини в масштабі 1 доба – 2 мм, а над лініями виписують значення поливних норм в м³/га.
- визначають тривалість кожного поливу поля дощувальними машинами, яка при умові цілодобової їх роботи складе:

$$t_{\text{поля}} = \frac{m \cdot F_{\text{поля}}^{\text{нт}}}{86.4 \cdot Q_m \cdot K_{\text{доб}}^n \cdot \beta}, \text{ діб,}$$

де m – поливна норма, м³/га; $F_{\text{поля}}^{\text{нт}}$ - площа поля сівозміни нетто, га; Q_m – витрата машини, м³/га; K_d – коефіцієнт добового використання робочого часу машини; β – коефіцієнт, що враховує втрати води при дощуванні.

Якщо тривалість поливу одного поля складає більше 8...10 діб, то полив поля необхідно проводити двома до-

щувальними машинами. Дощувальні машини ДДА-100М, ДДА-100МА, «Qaudrostar-100» можуть обслуговувати декілька полів сівозміни кожна, в залежності від площі поля і сезонної продуктивності самої машини;

- реальні строки і тривалість поливів показують в таблиці у вигляді відрізків пунктирної лінії, суміщаючи середні дати поливів з рекомендованими;
- змістивши деякі реальні строки поливів по відношенню до рекомендованих, добиваються мінімальної кількості одночасно працюючих машин на всіх полях сівозміни.

Таблиця 2.3

Таблиця комплектування роботи ДМ ДДА -100МА

№ поля	Найменування культури	Г _{пл.} , м/га	F _{гем.} , га	Q, л/с	№ ДМ	Укрупні позначення	Режими зрошення сільськогосподарських культур														
							травень			червень			липень			серпень			Вересень		
							I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
1	Ляцерна	2500	67,2	130,0	I	I ¹	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
2	Ляцерна;	2500	67,2	130,0	II	II ²	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
3	Озима пшениця	1700	67,2	130,0	III	III ³	400	400	400	300	300	300	400	400	400	400	400	400	400	400	400
4	Озима пшениця + кукурудза на зеленій корі,	3200	67,2	130,0	IV	IV ⁴	400	400	400	300	300	300	400	400	400	400	400	400	400	400	400
5	Горох на зерно + просо на зерно	1900	67,2	130,0	V	V ⁵	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
6	Кукурдза на силос;	2000	67,2	130,0	VI	VI ⁶	500	500	500	500	500	500	400	400	400	400	400	400	400	400	400
7	Озима пшениця + літній посів львів	3600	67,2	130,0	VII	VII ⁷	400	400	400	300	300	300	500	500	500	500	500	500	500	500	500

Масштаб: 1 доба – 2мм

400 Рекомендовані строки і
норма поливу4 Проектні строки і
требальність поливу600* ВологозарядкаIII³

тремя ДМ на 3-му полі

Q, л/с

650,0

520,0

390,0

260,0

130,0

0

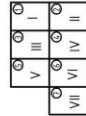
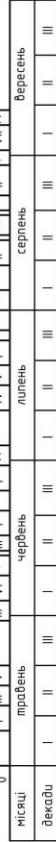
Рис. 2.3 Схема розташування ДМ
на полях сівоїни

Рис. 2.2 Укомплектований графік роботи ДМ ДДА -100МА



При цьому строки поливів можна зміщувати по відношенню до рекомендованих (між середніми датами поливів) до 2...3 діб для ведучих і вологолюбивих культур, до 5 діб для всіх інших сільськогосподарських культур і до 10 діб для вологозарядкових поливів.

- при відомих витратах і відкорегованих строках їх роботи безпосередньо під календарем поливів будують укомплектований графік роботи дощувальних машин (рис.2.2), за яким визначають кількість одночасно працюючих машин і максимальну витрату води, що подається на дану сівозмінну ділянку.

3. Проектування і розрахунки провідної зрошувальної мережі

3.1. Проектування зрошувальної мережі на плані

При поливі дощувальними машинами типу ДДА зрошувальна мережа складається з провідної та тимчасової мереж.

Тимчасова мережа проектується в межах поливних ділянок (полів сівозміни) і у конкретному випадку представлена тимчасовими зрошувачами, які проектуються за похилом поверхні, через 120 м (див рис.2.1).

Провідна зрошувальна мережа при невеликих розмірах зрошуваної площі (одна сівозміна) складається із внутрішньогосподарських і ділянкових розподільчих каналів, але може бути представлена зрошувальними трубопроводами.

Порядок проектування на плані відкритої провідної зрошувальної мережі наступний:

1. Аналізуються рельєфні умови і на верхній межі сівозміни фіксується найвища точка поверхні, де проектується регулюючий басейн. Вода в регулюючий басейн подається по напірному трубопроводу насосною станцією.

2. З регулюючого басейну вода подається у внутрішньогосподарські розподільчі канали, які проектується по межах сівозміни і окремих полів за похилом поверхні.

З внутрішньогосподарських розподільчих каналів вода поступає у ділянкові розподільчі канали, які проектується по верхніх межах поливних ділянок, а з них у тимчасові зрошувачі.

Допускається варіант розподілення води у тимчасові зрошувачі безпосередньо із внутрішньогосподарських розподільчих каналів, але при цьому мають бути витримані дві умови:

- витрата внутрішньогосподарського розподільчого каналу не має перевищувати 500 л/с;
- до цього каналу мають бути підвішені не більше чим 4 поля сівозміни.

3.2. Визначення розрахункових витрат провідних зрошувальних каналів

Зрошувальні канали розраховуються на пропуск трьох витрат:

- максимальної (витрата брутто), Q_{\max} ;
- мінімальної, Q_{\min} ;
- форсованої, $Q_{\text{фор}}$.

Внутрішньогосподарські канали періодичної дії, що може мати місце в конкретному випадку, і ділянкові зрошувальні канали розраховуються на пропуск тільки максимальної і мінімальної витрат. Якщо внутрішньогосподарський розподільчий канал безперервної дії, то його розраховують на пропуск усіх трьох витрат.

Головною розрахунковою витратою є максимальна витрата, за якою проводиться гідравлічний розрахунок каналів. Порядок визначення максимальної витрати наступний:

1. Спочатку намічають розрахункову трасу, в яку включають зрошувальні канали, що подають воду на саме віддалене від РБ поле сівозміни.

2. По каналах розрахункової траси, починаючи з голови, через 100 м розбивають пікети, фіксуючи при цьому місця підключення каналів які не входять у розрахункову трасу, але можуть одночасно працювати з каналами розрахункової траси.

3. Схема розрахункової траси викреслюється на окремому листі пояснювальної записки (рис.3.2).

4. Основою для визначення максимальних витрат каналів є максимальна кількість одночасно працюючих дощувальних машин, витрата ДМ та схема розташування ДМ на полях сівозміни.

За нормами на 1 поле сівозміни може бути подана витрата, яка не перевищує 250 – 260 л/с. Опираючись на це положення на 1 полі сівозміни максимально можуть працювати 2 дощувальні машини ДДА – 100 М(А), або 3-х машин «QS-100».

5. Витрата нетто ділянкового розподільвача 2.4 К (див. рис. 3.1) складе:

$$Q_{2.4K}^{um} = N \cdot \frac{Q_{m3}^{um}}{\eta_{m3}}, \text{ л/с,}$$

де N- кількість працюючих дощувальних машин на одному полі; η_{m3} – коефіцієнт корисної дії (ККД) тимчасового зрошувача. Залежно від водопроникності ґрунтів приймається в межах 0,92...0,95.

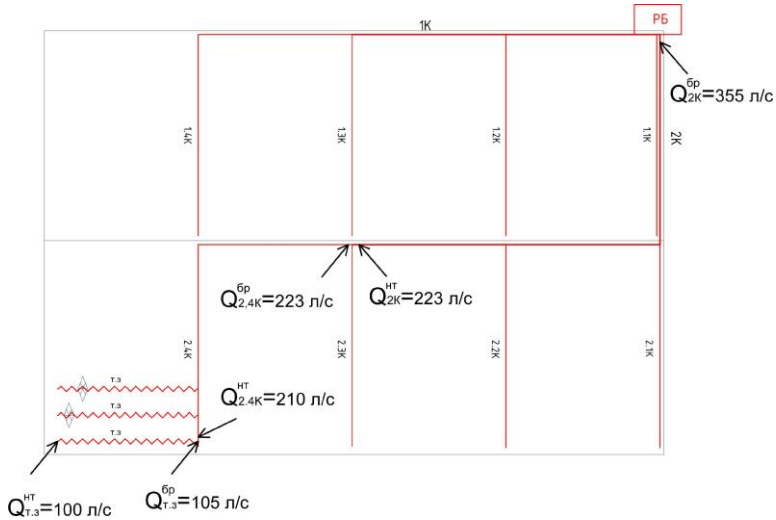


Рис. 3.1. Схема до визначення розрахункових витрат зрошувальних каналів (на прикладі ДДА-100М)

Витрата бруто ділянкового розподільвача:

$$Q_{2.4К}^{бр} = Q_{2.4К}^{нт} + S' \cdot l, \text{ л/с,}$$

де S' – питомі втрати по довжині каналу, які залежать від водопроникності ґрунту та витрати нетто каналу (табл. 3.3); l – довжина ділянки каналу, км.

Витрата розподільчого каналу нетто

$$Q_{2К}^{нт} = \sum Q_{др}^{бр}, \text{ л/с,}$$

де $Q_{др}^{бр}$ - витрати бруто ділянкових розподільвачів, л/с.

Витрата бруто розподільчого каналу нетто 2К

$$Q_{2К}^{бр} = Q_{2К}^{нт} + S' \cdot l, \text{ л/с.}$$

Визначення максимальних витрат (брутто) зрошувальних каналів доцільно проводити у табличній формі (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Визначення максимальних витрат зрошувальних каналів

Назва каналу	ПК		Довжина Ік, км	Q ^{нт} , л/с	Витрата води л/с		Q ^{бр} , л/с	η = Q ^{нт} /Q ^{бр}
	від	до			S'	S'·Ік		

Визначаємо коефіцієнт корисної дії системи каналу

$$\eta_{\text{сис}} = \frac{N \cdot Q_{\text{ом}}}{Q_{2K}^{\text{бр}}}$$

За нормами ККД системи каналів порівнюється з нормативним ККД системи (ККД_{сист.}=0,75).

Мінімальна витрата приймається в розмірі 40...50% від максимальної витрати $Q_{\text{мін}} = (0,4 \dots 0,5) \cdot Q_{\text{макс}}$, але не менше витрати дощувальної машини з врахуванням втрат.

Форсована витрата визначається за виразом

$$Q_{\text{фор}} = K_{\text{фор}} \cdot Q_{\text{макс}}$$

де $K_{\text{фор}}$ – коефіцієнт форсування, величина якого залежить від величини витрати і приймається за відповідними нормативними документами.

Розрахункові витрати зрошувальних каналів зводяться у таблицю (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

Розрахункові витрати зрошувальних каналів

Назва каналу	ПК		Довжина Ік, км	Витрати, л/с		
	від	до		Q _{макс}	Q _{мін}	Q _{фор}

3.3. Гідравлічний розрахунок зрошувальних каналів

Гідравлічний розрахунок каналів виконується за формулами рівномірного руху води у відкритих руслах, головними з яких є:

- формула швидкості

$$V = c\sqrt{R \cdot i}, \text{ м/с};$$

- формула витрати

$$Q = \omega \cdot c \cdot \sqrt{R \cdot i}, \text{ м}^3/\text{с};$$

$$Q = K \cdot \sqrt{i}, \text{ м}^3/\text{с},$$

де K – витратна характеристика каналу

$$K = \omega \cdot c \cdot \sqrt{R}, \text{ м}^3/\text{с}.$$

Вихідні дані до гідравлічних розрахунків:

1. Максимальні витрата каналу $Q^{\text{бр}}_{\text{max}}$.
2. Гранулометричний склад ґрунтів русла каналу.
3. Форма поперечного перерізу – трапецеєвидна (рис.3.2.).

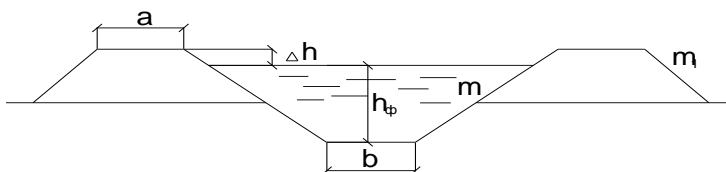


Рис. 3.2. Поперечний переріз каналу

Таблиця 3.3

Питомі втрати води в каналах
(за формулою А.Н. Костякова)

Витрати води, м ³ /с		Втрати води (л/с на 1км) водопроникності ґрунтів:		
від	до	слабкої A=0,7 m=0,3	середньої A=1,9 m=0,4	сильної A=3,4 m=0,5
0,051	0,060	0,9	3,3	8,0
0,061	0,070	1,0	3,7	8,7

0,071	0,080	1,1	4,0	9,3
0,081	0,090	1,2	4,3	9,8
0,091	0,100	1,3	4,6	10,0
0,101	0,120	1,5	5,0	11,0
0,121	0,140	1,7	5,6	12,0
0,141	0,170	1,9	6,2	13,0
0,171	0,200	2,2	6,9	15,0
0,201	0,230	2,4	7,6	16,0
0,231	0,260	2,6	8,2	17,0
0,261	0,300	2,9	8,8	18,0
0,301	0,350	4,2	9,6	19,0
0,351	0,400	3,5	10,0	21,0
0,401	0,450	3,8	11,0	22,0
0,451	0,500	4,2	12,0	23,0
0,501	0,600	4,6	13,0	25,0
0,601	0,700	5,2	15,0	27,0
0,701	0,850	5,8	16,0	30,0
0,851	1,000	6,5	18,0	33,0
1,001	1,250	7,1	20,0	36,0
1,251	1,500	8,7	23,0	40,0
1,501	1,750	9,9	26,0	43,0
1,751	2,000	11,0	28,0	46,0
2,001	2,500	12,0	31,0	51,0
2,501	3,000	14,0	35,0	57,0
3,001	3,500	16,0	39,0	62,0
3,501	4,000	18,0	42,0	66,0
4,001	5,000	20,0	47,0	72,0
5,001	6,000	23,0	53,0	80,0
6,001	7,000	26,0	58,0	87,0
7,001	8,000	29,0	64,0	93,0
8,001	9,000	31,0	69,0	99,0
9,001	10,000	34,0	74,0	105,0
10,001	12,000	37,0	81,0	112,0
12,001	14,000	42,0	89,0	122,0
14,001	17,000	48,0	98,0	134,0
20,001	23,000	60,0	120,0	158,0

4. Коефіцієнти закладання укосів m , m_1 приймаються згідно [2].

5. Коефіцієнт шорсткості русла приймається згідно [2].

6. Похил каналу i , який в першому наближенні приймається рівними похилу поверхні землі по трасі каналу.

Задачі гідравлічного розрахунку:

визначити параметри живого перерізу;
перевірити канал на розмив та замулення.

Порядок розрахунку:

Залежно від величини, витрати $Q^{\text{бр}}_{\text{max}}$ задаються стандартною шириною каналу по дну: $b=0,4$ м, при $Q \leq 300$ л/с, $b=0,6$ м, при $Q \geq 300$ л/с.

Прийнявши $b = \text{const}$, задаються рядом глибин наповнення каналу ($h=0,2 \dots 0,8$ м), визначають:

- площу живого перерізу

$$\omega = (b + mh) \cdot h, \text{ м}^2;$$

- змочений периметр

$$\chi = b + 2h\sqrt{1 + m^2}, \text{ м};$$

- гідравлічний радіус

$$R = \frac{\omega}{\chi}, \text{ м};$$

- швидкісний коефіцієнт у формулі Шезі

$$C = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{1}{6}}$$

- витратний коефіцієнт K .

Результати розрахунків зводять у таблицю (табл. 3.4).

Таблиця 3.4

До гідравлічного розрахунку каналів

b, м	h, м	$\omega, \text{ м}^2$	$\chi, \text{ м}$	R, м	n, м	c	K, $\text{ м}^3/\text{с}$

За результатами розрахунків будують графіки залежностей $K=f(h)$ (рис.3.3, 3.4).

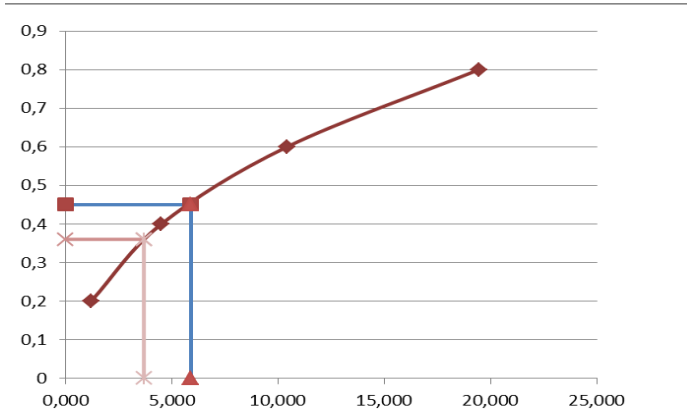


Рис.3.3. Графік залежностей $K=f(h)$ при $b=0,4$ м

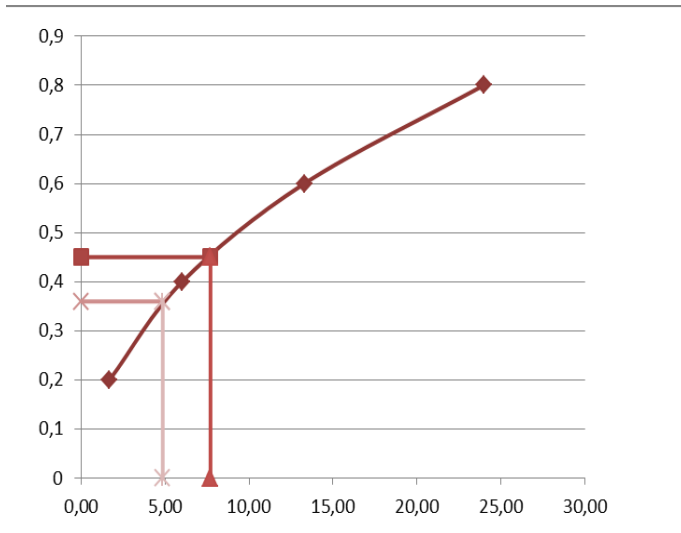


Рис.3.4. Графік залежностей $K=f(h)$ при $b=0,6$ м

Визначають фактичні значення витратної характеристики

$$K_{\max} = \frac{Q_{\max}}{\sqrt{i}}, \text{ м}^3/\text{с}, \quad i = \frac{h_{\max} - h_{\min}}{L}.$$

З рисунка 3.4, 3.5 визначаються значення глибин при пропуску максимальної витрати h_{\max} .

Перевірку каналів на розмив і замулення проводять у наступному порядку:

визначають фактичну швидкість руху води в каналі

$$V_{\phi} = \frac{Q_{\max}}{(b + mh_{\max})h_{\max}}, \text{ м/с};$$

- визначають допустимі швидкості на розмив $V_{\text{розм}}^{\text{дон}}$ і замулення $V_{\text{зам}}^{\text{дон}}$

$$V_{\text{розм}}^{\text{дон}} = \kappa' \cdot Q_{\max}^{0.1}, \text{ м/с}; \quad V_{\text{зам}}^{\text{дон}} = A \cdot Q_{\max}^{0.2}, \text{ м/с},$$

де κ' - коефіцієнт, величина якого залежить від гранулометричного складу ґрунту ($\kappa' = 0,57 \dots 0,75$); A – коефіцієнт, величина якого залежить від середньозваженої гідравлічної крупності наносів у зрошувальній воді ($A=0,33 \dots 0,55$).

Фактична швидкість руху води в каналі порівнюється з допустимими

$$V_{\text{розм}}^{\text{дон}} \geq V_{\phi} \geq V_{\text{зам}}^{\text{дон}},$$

Якщо умова не виконується, то зрошувальний канал потрібно проектувати з похилом, який відрізняється від середнього похилу поверхні по трасі каналу.

Для визначення такого похилу назначається розрахункова швидкість руху води в каналі

$$V_p = 0,9 \cdot V_{\text{розм}}^{\text{дон}}, \text{ м/с}, \text{ або } V_p = 1,1 \cdot V_{\text{зам}}^{\text{дон}}, \text{ м/с}$$

Фактична площа живого перерізу каналу, що відповідає розрахунковій швидкості, визначиться як

$$\omega_p = \frac{Q_{\max}}{V_p}, \text{ м}^2$$

Фактична глибина наповнення каналу, що відповідає розрахунковій швидкості, складе:

$$h_p = \frac{-b + \sqrt{b^2 + 4 \cdot m \cdot \omega_p}}{2 \cdot m}, \text{ м}$$

З графіків (рис. 3.3, 3.4) за глибиною визначається значення витратної характеристики K_p .

Похил каналу визначиться як:

$$i_p = \frac{Q_{\max}^2}{K_p^2}.$$

Далі визначається мінімальна витратна характеристика каналу

$$K_{\min} = \frac{Q_{\min}}{\sqrt{i}}, \text{ м}^3/\text{с}.$$

З рисунку 3.3, 3.4 за значенням K_{\min} визначається мінімальна глибина наповнення каналу h_{\min} .

Результати гідравлічного розрахунку каналів зводять у таблицю 3.5.

Таблиця 3.5

Гідравлічний розрахунок каналів

Назва каналу	ПК		Витрати, л/с			b, м	m	i	i _p	Глибини, м			Швидкості, м/с		
	від	до	Q _{max}	Q _{min}	Q _{фор.}					h _{min}	h _{max}	h _{min}	V _{max}	V _{min}	V _{фор.}
					-							-			-

3.4. Проектування поздовжніх профілів зрошувальних каналів

Поздовжні профілі зрошувальної мережі проектують з метою:

- визначення відміток дна каналу, дамб, рівнів води в каналах;

- визначення об'ємів земляних робіт;

- ув'язки рівнів води у всіх елементах відкритої зрошувальної мережі;

- визначення місця розташування гідротехнічних споруд.

У курсовому проекті, для прикладу, поздовжні профілі проектують по двох каналах провідної мережі (господарському та ділянковому розподільниках).

При проектуванні поздовжніх профілів горизонтальний масштаб, зазвичай, приймається рівним масштабу плану (1:5000 або 1:10000), а вертикальний – 1:100.

Проектування поздовжніх профілів розпочинають з розбивки пікетів по трасах каналів. На кожному з пікетів визначають відмітки поверхні землі (з точністю до сотих метра), заповнюють відповідні графи таблиць до профілів і викреслюють поздовжні профілі поверхні землі по трасах каналів. Потім умовними позначеннями на поздовжніх профілях поверхні землі позначають точки примикання каналів молодшого порядку.

Самопливна подача води з каналів старшого порядку в канали молодшого порядку можлива при наявності командування рівня води в каналі старшого порядку. Тому, ув'язку рівнів води і побудову поздовжніх профілів розпочинають із каналів молодшого порядку.

По відношенню до ділянкового розподільника каналами молодшого порядку є тимчасові зрошувачі. Рівень води в кожному тимчасовому зрошувачі приймається на 5...10 см вище поверхні землі. Максимальний рівень води в ділянковому розподільнику повинен бути вище рівня води у

тимчасових зрошувачах, що отримують з нього воду, на 10...15 см (за умови командування). По відношенню до господарського каналу, каналами молодшого порядку є ділянкові розподільники. Враховуючи, що рівень води в ділянкових каналах знаходиться вище поверхні землі на 15...25 см (5...10 см + 10...15 см), максимальні рівні води в господарському каналі, в місцях забору води ділянковими каналами, приймаються на 10...15 см вище максимальних рівнів води в ділянкових каналах.

Визначивши відмітки рівнів води в каналі в місцях забору води каналами молодшого порядку, починаючи з кінця каналу, проводимо лінію максимального рівня води з розрахунковим похилом i_p так, щоб вона не проходила нижче відмічених точок командування. Якщо i_p менше похилу місцевості, то на каналі проектують перепади висотою 0,4; 0,6; 0,8; 1,0; 1,2 м, але, за можливістю, не більше двох різних по висоті на одному каналі.

Забезпечити необхідний рівень води в каналі в місцях забору води каналами молодшого порядку потрібно з мінімальним об'ємом земляних робіт (мається на увазі, що вартість будівництва каналів у насипу більша ніж каналів у виїмці).

Отримавши лінію максимального рівня води в каналі, паралельно до неї будують лінію дна (відклавши до низу від рівня води максимальну глибину води в каналі h_{\max}), мінімального і форсованого рівнів води (відклавши вгору від лінії дна каналу відповідні глибини h_{\min} і $h_{\text{форс}}$), дамби (відклавши від форсованого рівня води в верх висоту бровки каналу Δh). Всі відмітки вираховуються за розрахунковим похилом i_p , починаючи з кінця каналу. Маючи відмітку рівня води на кінцевому пікеті каналу ($\downarrow PB_n$), відмітку рівня води на попередньому пікеті ($\downarrow PB_{n-1}$) визначаємо за формулою

$$\downarrow PB_{n-1} = \downarrow PB_n + l \cdot i_p, \text{ м}$$

де l - відстань між пікетами або до точки визначення відмітки, м.

У місці перепаду проставляються по дві відмітки рівнів води, дна і дамби каналу.

Глибина виїмки і висота насипу на пікетах визначається за виразами:

$$H_B = \downarrow ПЗ - \downarrow ДК, \text{ м}$$

$$H_H = \downarrow ВД - \downarrow ПЗ, \text{ м}$$

Всі визначені відмітки, довжини ділянок, розрахункові похили, основні параметри поперечного перерізу каналу заносяться в відповідні графи таблиць до профілів.

Після того, як поздовжні профілі каналів запроєктовані і всі графи таблиць до них заповнені, на одному або двох характерних пікетів будуються поперечні перерізи каналів з зазначенням всіх відміток і розмірів. Масштаб, в залежності від розмірів каналу, приймається 1:50 або 1:25. Місця розміщення споруд на профілях каналів повинні повністю відповідати їх розміщенню на плані.

На плані траси викреслюється ситуація вздовж каналу на відстані 50 м в одну та іншу сторону.

Поздовжній профіль наведений на рис.3.5.

4. Проектування та розрахунок колекторно-дренажної мережі на засолених землях

4.1. Прогноз зміни гідрогеологічної обстановки на масиві зрошування

Прогноз зміни гідрогеологічної обстановки на масиві після впровадження зрошування здійснюється на основі розрахунків водного балансу території за вегетаційний період. Показник водного балансу за цей період можна визначити за спрощеним рівнянням:

$$V_{tot} = \alpha \cdot P + \alpha_1 \cdot M_{cp.zv} + \Phi, \text{ м}^3/\text{га},$$

де P – опади за рік, $\text{м}^3/\text{га}$; $M_{cp.zv}$ – середньозважена величина зрошувальної норми, $\text{м}^3/\text{га}$;

$$M_{cp.zv} = \frac{\sum M \cdot F_n}{F_{сист}}, \text{ м}^3/\text{га},$$

α , α_1 - відповідно коефіцієнти можливого перетоку опадів і зрошувальної води в ґрунтові води, $\alpha = \alpha_1 = 0,15$; Φ – фільтраційні витрати з зрошувальної мережі, $\text{м}^3/\text{га}$;

$$\Phi = M_{cp.zv} \cdot (1 - \eta_{сист}), \text{ м}^3/\text{га},$$

де $\eta_{сист}$ - коефіцієнт корисної дії зрошувальної мережі.

Об'єм води, який піде на підняття РГВ, можна знайти за виразом:

$$V_v = (W_{вих} + V_{tot}) - W_{HB}, \text{ м}^3/\text{га},$$

де $W_{вих}$ – вихідний запас вологи, $\text{м}^3/\text{га}$; W_{HB} – запас вологи в розрахунковому шарі ґрунту, який відповідає найменшій вологоємності, $\text{м}^3/\text{га}$.

$$W_{вих} = 100 \cdot \gamma \cdot h_a \cdot \beta_{вих}, \text{ м}^3/\text{га},$$

$$W_{HB} = 100 \cdot \gamma \cdot h_a \cdot \beta_{HB}, \text{ м}^3/\text{га},$$

де γ - об'ємна маса в розрахунковому шарі ґрунту, $\text{т}/\text{м}^3$; β_{HB} - вологість ґрунту, яка відповідає найменшій вологоємності, % від м.с.г; h_a - потужність розрахункового шару

грунту, м; $\beta_{вих}$ - вологість в розрахунковому шарі ґрунту на початок вегетаційного періоду, % від м.с.г. Визначається за формулою

$$\beta_{вих} = n_{вих} \cdot \beta_{НВ}, \%$$

$n_{вих}$ - вихідна вологість в долях від найменшої вологоємності.

Необхідні для водобалансових розрахунків дані наведені в розділі «Природні умови масиву зрошування».

4.2. Визначення критичної глибини залягання РГВ

Критична глибина залягання мінералізованих ґрунтових вод (h_{cr}) залежить від гранулометричного складу і потужності розрахункового шару ґрунту та визначається за виразом.

$$h_{cr} = h_{wp} + h_a + \Delta h_s, \text{ м}$$

де h_{wp} – висота капілярного підняття, м; h_a – потужність розрахункового (кореневмісного) шару ґрунту, м; Δh_s - запас між h_a і h_{wp} , м.

$$\Delta h_s = 0,1 \dots 0,2 \text{ м.}$$

Схема до визначення критичної глибини залягання РГВ на зрошуваній ділянці приведена на рис.4.1.

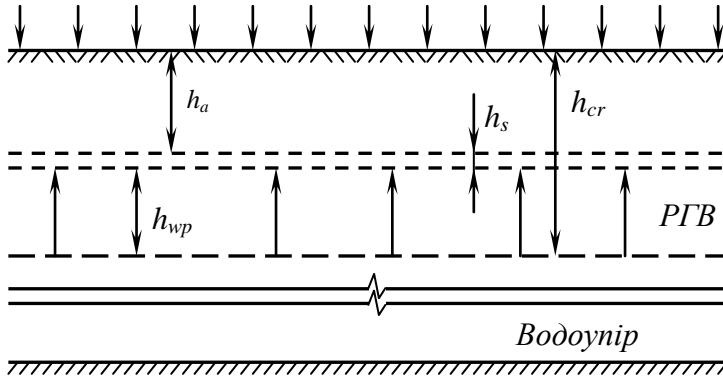


Рис. 4.1. Схема до визначення критичної глибини залягання РГВ на зрошуваній ділянці

4.3. Обґрунтування необхідності влаштування дренажу

Для обґрунтування необхідності влаштування дренажу на зрошуваній ділянці проводяться наступні розрахунки:

- визначається висота підйому РГВ (Δh_s) за вегетаційний період

$$\Delta h_s = \frac{V_v}{10000 \cdot \delta}, \text{ м,}$$

де V_v – об'єм води, що перетікає в ґрунтові води, м³/га (див. розділ 4.1); δ - коефіцієнт вільної шпаруватості. Приймається залежно від гранулометричного складу ґрунтів у межах 0,06...0,11.

Тривалість підйому РГВ до критичної глибини визначається за формулою:

$$t = \frac{h_{\text{вих}} - h_{\text{cr}}}{\Delta h_s}, \text{ роки.}$$

Якщо тривалість підйому РГВ до критичної глибини менше 8 років, то дренаж влаштовується одночасно з будівництвом, а якщо більше 8 років, то під час першої реконструкції зрошувальної системи.

4.4. Проектування дренажу

Основним призначенням дренажу на зрошуваних землях є попередження підйому РГВ до критичної глибини та підтримання сприятливого водно-сольового та повітряного режимів ґрунту протягом вегетаційного періоду.

Здебільшого на зрошуваних землях влаштовують закритий горизонтальний дренаж, у склад якого входять закриті горизонтальні дрени, закриті колектори молодшого порядку і відкриті колектори старшого порядку.

При розрахунку такого дренажу визначають наступні його параметри:

- глибина закладки дрен;
- відстань між дренами;
- діаметр дрен.

Розрахункові схеми для визначення параметрів дренажу наведені на рис. 4.2 та 4.3.

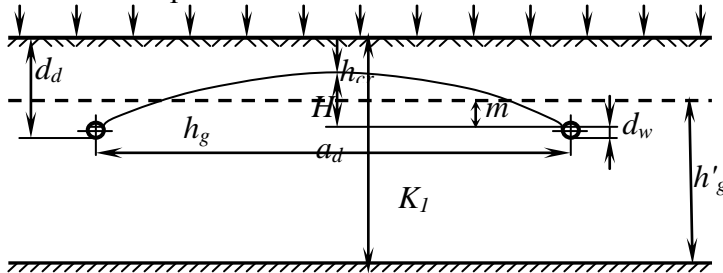


Рис. 4.2. Схема до визначення параметрів дренажу при одношаровій будові водоносного пласту

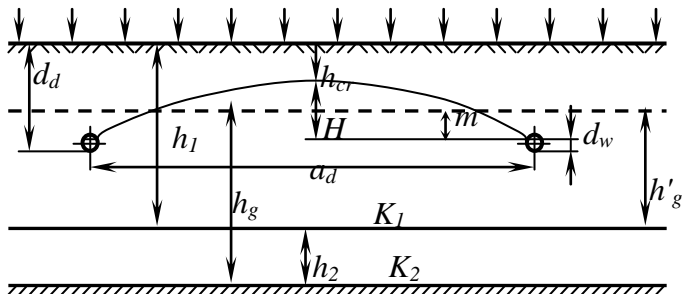


Рис. 4.3. Схема до визначення параметрів дренажу при двошаровій будові водоносного пласту

4.4.1. Визначення глибини закладання дрен.

Глибина закладання дрен (див. рис. 4.2, 4.3) визначається за виразом:

$$d_d = h_{xp} + H + d_w, \text{ м}$$

де H – залишковий напір над дренаю, м. Залежить від гранулометричного складу ґрунту і складає 0,4...0,6 м; d_w – глибина води в дренаї, м

$$d_w = (0,7...0,75) \cdot d, \text{ м}$$

де d – діаметр дрена, м. У першому наближенні можна прийняти $d=0,1$ м.

4.4.2. Визначення відстані між дренами.

Відстань між дренами визначається за формулою В.М. Шестакова і О.Я. Олійника:

$$a_d = 4 \cdot \left(\sqrt{L_f^2 + \frac{H \cdot T}{2 \cdot q}} - L_f \right), \text{ м,}$$

де L_f – фільтраційний опір або довжина зони різкої деформації потоку поблизу дрена, м.

- для одношарового ґрунту (див. рис. 4.2)

$$L_f = 0.366 \cdot h'_g \cdot \lg \left(\frac{h'_g}{2 \cdot \pi \cdot r \cdot \sin(\pi \cdot (H + r) / 2 \cdot h'_g)} \right), \text{ м},$$

де h'_g – потужність водоносного горизонту

$$h'_g = h_g - h_{cr} - m, \text{ м},$$

де h_g – потужність шару ґрунту до водоупору, м; m – половина напору між дренами, $m=H/2$, м; r – радіус дрени, м. $r = D/2$; D – діаметр дрени з урахуванням товщини фільтра, м; T – провідність водоносного шару, $\text{м}^2/\text{доб}$.

$$T = K_1 \cdot h'_g, \text{ м}^2 / \text{доб},$$

де K_1 – коефіцієнт фільтрації водоносного шару, м/доб.

- для двошарового ґрунту (див. рис. 4.3)

$$L_f = \beta_{\text{sup}} \cdot h_g \cdot \frac{\kappa_2}{\kappa_1} \cdot \sigma + h'_g \cdot \frac{\kappa_1 - \kappa_2}{\kappa_2} \cdot \sigma_1, \text{ м}$$

$$\sigma = 0.366 \cdot \lg(h_g / 2 \cdot \pi \cdot r \cdot \sin(\pi \cdot (H + r) / 2 \cdot h_g))$$

$$\sigma_1 = 0.366 \cdot \lg(h'_g / 2 \cdot \pi \cdot r \cdot \sin(\pi \cdot (H + r) / 2 \cdot h'_g))$$

де κ_1, κ_2 – коефіцієнт фільтрації шарів ґрунту, м/добу; D – діаметр дрени з урахуванням товщини фільтра, м; h_1, h_2 – потужності верхнього і нижнього шару ґрунту, м

$$h_g = h'_g + h_2, \text{ м};$$

$$h'_g = h_1 - h_{xp} - m, \text{ м}$$

r – радіус дрени, м. $r=D/2$; T – водопровідність водоносного шару:

$$T = T_1 + T_2, \text{ м}^2/\text{доб};$$

$$T_1 = \kappa_1 \cdot h_1, \text{ м}^2/\text{доб};$$

$$T_2 = \kappa_2 \cdot h_2, \text{ м}^2/\text{доб},$$

де κ_1 і κ_2 – відповідно, коефіцієнти фільтрації водоносних шарів, м/добу; q – інтенсивність інфільтраційного живлення, м/добу.

$$q = \frac{V_v}{10000 \cdot t}, \text{ м/добу,}$$

де t – тривалість вегетаційного періоду. $t=120\dots150$ діб; V_v – навантаження на дренаж, $\text{м}^3/\text{га}$ (див. розділ 4.1); β_{sup} – коефіцієнт, що приймається з графіка (рис. 4.4) при відповідних значеннях φ , λ , S , які визначаються:

$$\varphi = D / (2 \cdot h'_g), \quad \lambda = (k_2 - k_1) / (k_1 + k_2)$$

при $\lambda \leq 0$ коефіцієнт $\beta_{\text{sup}} = 1$, $S = h_2 / h'_g$

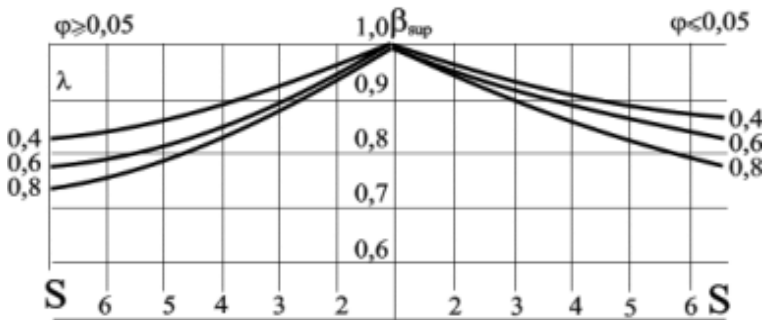


Рис. 4.4. Графік для визначення коефіцієнта β

Відстань між дренами a_d має бути ув'язана з розмірами поливних ділянок.

4.4.3. Проектування колекторно-дренажної мережі на плані.

При проектуванні колекторно-дренажної мережі (КДМ) на плані враховується рельєф місцевості, планове розміщення зрошувальної мережі, тощо.

КДМ проектується закритою у вигляді закритих горизонтальних дрен і колекторів різних порядків. Дрени в межах поливних ділянок проектуються по переважаючому похилу місцевості. Колектори проектуються по пониженим

елементам рельєфу на максимально можливій відстані від зрошувальних каналів. При близькому розміщенні колектора і зрошувального каналу відстань між ними повинна бути (4..6) H_y , де H_y - різниця відміток рівнів води в каналі і колекторі.

У місцях перетину дрен з каналами дрена влаштовується без перфорації з довжиною глухої ділянки $L_T = v + (4..6) H_y$, де v - ширина каналу по дну.

З'єднання дрен з колекторами виконується за допомогою колодязів.

Розміщення КДМ на плані див. рис. 3.1.

4.4.4. Розрахунки колекторно-дренажної мережі.

У курсовому проекті розрахунки КДМ проводяться для окремих елементів мережі, так званої розрахункової траси, що включає в себе одну із дрен, колектор молодшого порядку і колектор старшого порядку (див. рис.3.1).

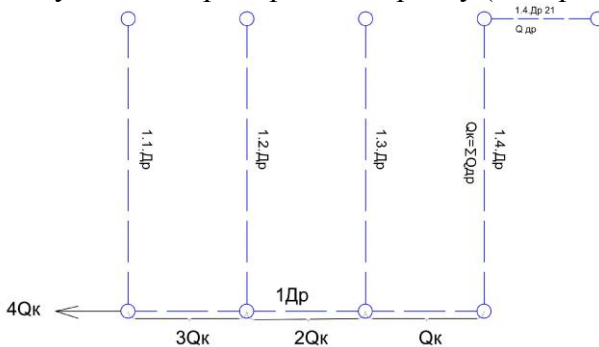


Рис. 4.5. Схема до розрахунку колекторно-дренажної мережі

Визначення розрахункових витрат. Розрахункова витрата дрени визначається за формулою

$$Q_d = 0,001 \cdot q \cdot A_d, \text{ м}^3/\text{с},$$

де q - модуль дренажного стоку для вегетаційного періоду, л/с·га;

$$q = \frac{V_v}{86,4 \cdot t}, \text{ л/с} \cdot \text{га},$$

A_d – площа водозбору дрени, га:

$$A_d = \frac{(a_d \cdot L_0)}{10000}, \text{ га},$$

де L_0 - довжина дрени, м. Визначається графічно, з плану.

Розрахункова витрата колектора будь-якого порядку визначається за виразом

$$Q_k = 0,001 \cdot q \cdot A_k, \text{ м}^3/\text{с} \text{ або}$$

$$Q_k = \sum Q_i, \text{ м}^3/\text{с},$$

де A_k – площа, що обслуговується колектором, га; $\sum Q_i$ - сума витрат елементів КДМ молодшого порядку, що впадають у колектор, м³/с.

Оскільки витрати колекторів змінюються по мірі підключення елементів молодшого порядку, то витрати їх доцільно привести в табличній формі (табл. 4.1).

Таблиця 4.1

Визначення витрат, що надходять в колектор

Пікетаж	пк 0 - пк...	...	пк... - пк...
Відстані між дренами			
Відстань від гирлової споруди по колектору, м			
Витрата, що надходить в колектор, л/с			
Похил			

Гідравлічні розрахунки дрени і колекторів виконуються за формулами рівномірного руху води при повному їх наповненні:

$$Q = 0,39 \cdot c \cdot d^2 \cdot \sqrt{d \cdot i} \text{ , м}^3/\text{с};$$

$$V = 0,5 \cdot c \cdot \sqrt{d \cdot i} \text{ , м/с};$$

або

$$Q = K \cdot \sqrt{i} \text{ , м}^3/\text{с};$$

$$V = M \cdot \sqrt{i} \text{ , м/с};$$

де d – внутрішній діаметр дрени або колектора, м; i – розрахунковий похил; K – витратний коефіцієнт, $\text{м}^3/\text{с}$; M – швидкісний коефіцієнт, м/с.

Гідравлічний розрахунок КДМ проводиться з метою встановлення:

- матеріалу та діаметрів дрен та колекторів.
- швидкості води в дренах та в колекторах та їх наповнення.

В якості матеріалу дрен і колекторів приймаються керамічні, азбестоцементні, залізобетонні труби з ПВХ і інші (дод.5.).

Розрахункові похили дрен і колекторів приймаємо рівними середньому похилу поверхні землі по їх трасах, але не менше при діаметрах:

$$125 \dots 200 \text{мм} - 0.0015$$

$$200 \dots 350 \text{мм} - 0.0010$$

$$> 350 \text{мм} - 0.0005$$

Підбір діаметрів дрен та колекторів здійснюється шляхом порівняння фактичних їх витрат з витратами, що може пропустити дрена чи колектор при повному наповненні.

При цьому визначається відношення

$$B = \frac{Q_{d(k)}}{Q}$$

де $Q_{d(k)}$ - фактична витрати дрени (колектора), $\text{м}^3/\text{с}$; Q – витрата дрени (колектора) при повному наповненні перерізу, $\text{м}^3/\text{с}$.

Розрахунковим діаметром є той, для якого значення коефіцієнта $0,97 < B < 1,04$.

При відхиленні величини коефіцієнта B від приведених граничних значень необхідно змінити діаметри в більшу або меншу сторону і повторити розрахунки. Якщо необхідні діаметри відсутні у сортаменті відповідних труб, то за розрахунковий діаметр приймається такий, для якого значення коефіцієнта B ближче до одиниці. В такому разі необхідно уточнити глибину наповнення перерізу дрен (колекторів) і швидкість руху води в них. Для цього, залежно від значення коефіцієнта B , визначають допоміжні коефіцієнти a та b (дод. 4.), які означають

$$a = \frac{h_n}{d}, \quad b = \frac{V_{d(k)}}{V}$$

де h_n – фактична глибина наповнення дрени (колектора), мм; d – розрахунковий діаметр дрени (колектора), мм; $V_{d(k)}$ – фактична швидкість руху води в дрени (колекторі), $\text{м}/\text{с}$; V - швидкість руху води в дрени (колекторі) при повному наповненні, $\text{м}/\text{с}$.

Тоді

$$h_n = a \cdot d;$$

$$V_{d(k)} = b \cdot V.$$

Гідравлічні розрахунки дрен (колекторів) доцільно проводити в табличній формі (табл. 4.2)

Таблиця 4.2

Гідравлічні розрахунки дрени (колектора)

Матеріал дренажних (колекторних) труб	Внутрішній діаметр $d, \text{мм}$	n	i	$V, \text{м}/\text{с}$	$Q, \text{м}^3/\text{с}$	$Q_{d(k)}, \text{м}^3/\text{с}$	$B = \frac{Q_{d(k)}}{Q}$	a	b	$h_n = a \cdot d$ мм	$V_{d(k)} = b \cdot V$ м/с

Побудова повздожніх профілів колекторно-дренажної мережі

Вихідними даними для побудови повздожніх профілів є:

Результати гідравлічного розрахунку.

Планове розміщення колекторно-дренажної мережі.

Повздожній профіль будується з метою:

ув'язки у вертикальній площині дрен та колекторів різного порядку;

отримання відміток дна траншеї;

отримання вихідних даних для визначення об'ємів земляних робіт.

В курсовому проекті виконується побудову повздожніх профілів по одній з дрен і колектору в такій послідовності:

Наноситься поверхня землі по розрахунковій трасі.

Показують точки впадання дрен в колектори та колекторів в колектори.

Будують повздожній профіль дрени в такій послідовності:

в кінцевій точці дрени відкладаємо глибину закладання дрени;

знаходимо відмітку верха дрени, низу дрени та дна траншеї в кінцевій точці дрени за формулами:

$$\downarrow \text{НД}_p = \downarrow \text{ПЗ} - d_d, \text{ м},$$

$$\downarrow \text{ВД}_p = \downarrow \text{НД}_p + d_{\text{зовн}}, \text{ м},$$

$$\downarrow \text{ДТ}_p = \text{НД}_p - 0,25, \text{ м};$$

де $\downarrow \text{ВД}_p$ – відмітка верху дрени, м; d_d – глибина закладання, м; $\downarrow \text{НД}_p$ – відмітка низу труби дрени; $\downarrow \text{ДТ}_p$ – відмітка дна траншеї, м;

з похилом, рівним розрахунковому проводимо лінії верху дрени, низу дрени та дна траншеї;

розраховуємо відмітки верху дрени, низу дрени та дна траншеї в точці впадання дрени в колектор та на кожному пікеті.

Повздовжні профілі колекторів виконують (для колекторів 1.1Др та 1.1.2Др) в такій послідовності:

наносять на профіль точки впадання дрен в колектори та колекторів в колектори старшого порядку;

відкладають від точок впадання вниз 0,2 м і отримуємо диктуючі точки;

проводять лінію дна колектора з розрахунковим похилом так, щоб вона проходила нижче всіх диктуючих точок;

відкладають в гору від лінії дна зовнішній діаметр колектора і вниз 0,25м, враховуючи товщину піщано-гравійної підсіпки, визначаємо відмітки верху труби і дна траншеї.

5. Дороги, споруди, лісосмуги на зрошувальній мережі

5.1. Дороги

На зрошувальній мережі проектуємо внутрішньогосподарські дороги, призначені для підводу і виводу врожаю полів, а також експлуатації меліоративних споруд. Дороги проектуємо чорним кольором по межах сівозмінних ділянок полів сівозміни і постійних каналів з неробочої сторони.

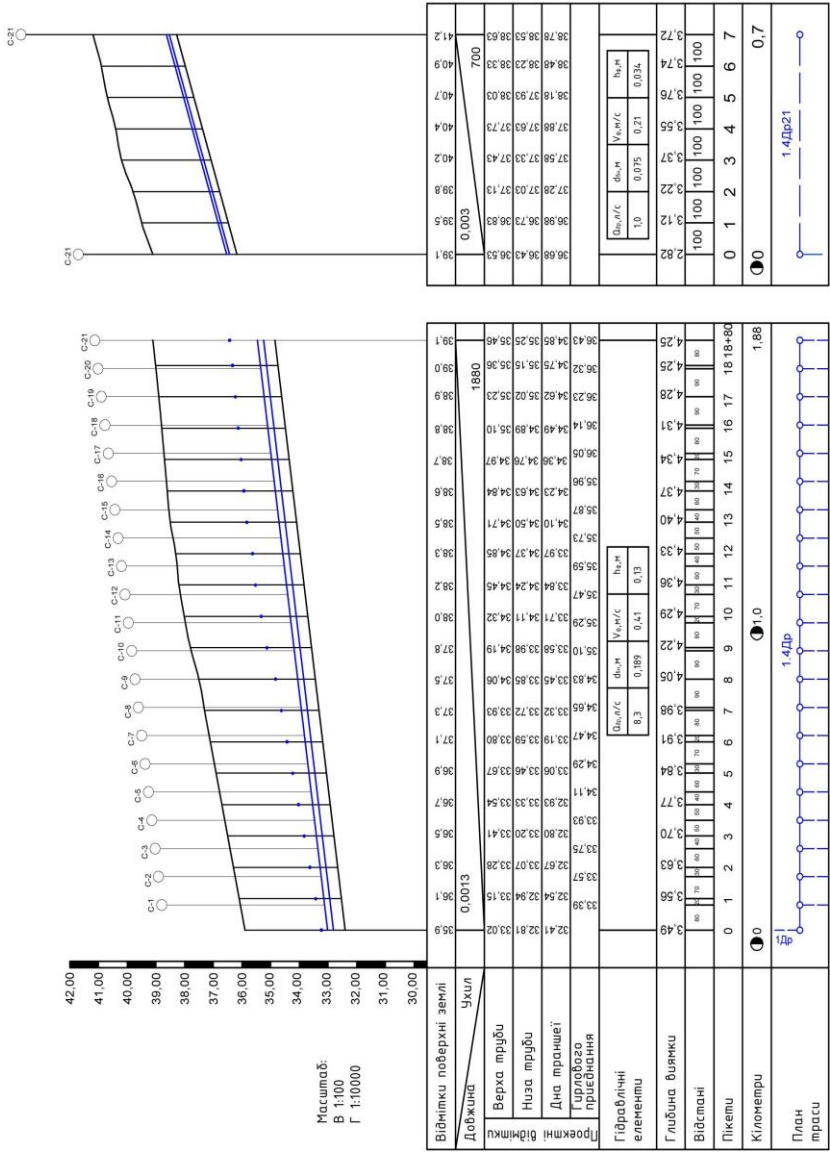


Рис. 4.6. Поздовжні профілі по колектору 1.4Др і дрени 1.4Др 21

5.2. Споруди

Для впуску і випуску води в канали влаштовують водовипуски (водовипуск в розподільчий канал, водовипуск в ділянковий канал, водовипуск в тимчасовий зрошувач). Влаштовують в голові кожного каналу. Перегороджуючі споруди призначені для регулювання рівнів води в каналах. Влаштовують на каналах старшого порядку за підключенням молодшого.

5.3. Лісосмуги

Призначені для захисту території від вітрової ерозії, а також, для зменшення випаровування з каналів і полів. Проектуємо по межах сівозміни та постійних каналів по кругу полів площею більше 100 га.

V. Рекомендована література

1. Основи гідромеліорацій: навч. посіб. / А. М. Рокочинський, Г. І. Сапсай, В. Г. Муранов [та ін.] ; за ред. проф. А. М. Рокочинського. Рівне : НУВГП, 2014. 255 с. URL: <http://ep3.nuwm.edu.ua/1647/>.
2. ДБН В.2.4–1–99 Меліоративні системи та споруди. Норми проектування. – К.: Держбуд України, 1999, 174 с.
3. Проектування закритих зрошувальних систем: навч. посіб./ за редакцією А. М. Рокочинського, Ю. І. Гриня. Дніпропетровськ-Рівне : Нова ідеологія, 2015, 374 с.
4. Сільськогосподарські меліорації/за ред. С.М. Гончарова, Г.С. Потоцького. К.:Вища школа,1991, 382 с.
5. Водне господарство в Україні /за ред. А. В. Яцика, В. М. Хорєва. – К.: Генеза, 2000, 456 с.
6. Автоматизація проектування та розрахунків водогосподарсько-меліоративних об'єктів [Електронне видання] : навч. посіб. /А. М. Рокочинський, В. О. Турченко, П. П. Волк [та ін.]; за ред. проф. А. М. Рокочинського. – Рівне: НУВГП, 2020. – 257 с.

VI. ДОДАТКИ

Середньодакдані по температурі, опадах та дефіциті вологості повітря (рік 75%)

№	Метеоста- нція	Показ- ники	IV			V			VI			VII			VIII		
			I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	Херсон	t, °C	12,0	11,6	15,4	17,6	16,3	16,6	19,4	21,4	24,6	22,4	26,1	22,6	22,5	24,2	23,8
		P, мм	11,7	0,0	1,5	0,8	0,7	3,7	1,7	18,3	0,0	0,3	4,7	8,5	2,6	4,0	0,0
		d _v , мб	3,1	5,3	8,5	7,2	8,4	7,9	10,6	9,5	17,8	15,6	18,6	15,5	10,4	13,1	16,3
2	Нова Кахо- вка	t, °C	12,3	11,5	14,9	17,6	16,0	16,2	19,1	20,6	23,8	22,2	18,6	22,5	22,5	24,5	23,8
		P, мм	9,5	0,2	0,4	1,6	0,2	23,1	1,5	16,6	0,0	0,0	26,3	3,6	19,3	7,8	0,0
		d _v , мб	4,2	4,8	9,2	10,7	9,4	8,6	11,8	15,8	19,0	14,4	9,9	14,1	15,2	17,3	12,0
3	Нижні Сірогози	t, °C	5,0	7,7	7,6	18,8	14,7	17,5	20,0	24,6	26,8	25,9	12,2	23,8	25,7	25,4	21,7
		P, мм	0,0	1,3	5,8	3,2	1,2	20,3	0,3	21,1	0,1	5,2	24,0	5,9	0,0	2,4	3,2
		d _v , мб	4,1	5,0	4,8	10,2	8,8	7,0	12,5	17,0	18,0	15,6	13,0	16,8	18,5	18,6	13,1
4	Асканія- Нова	t, °C	4,9	7,1	8,0	18,0	14,5	17,8	19,6	25,1	26,5	25,5	24,4	23,5	25,6	25,1	22,0
		P, мм	6,5	5,2	1,9	5,1	3,2	0,0	0,1	23,0	13,6	6,1	15,8	8,3	1,6	5,1	6,4
		d _v , мб	1,4	2,3	8,4	9,6	10,1	10,6	13,2	8,4	15,2	18,1	14,8	16,4	18,1	12,8	13,0
5	Бехтери	t, °C	3,3	9,2	15,4	16,1	17,9	18,8	18,6	20,2	23,8	24,0	24,9	26,0	26,0	22,3	21,6
		P, мм	5,5	1,0	2,6	27,4	8,2	13,8	7,0	0,8	3,7	0,0	2,5	0,2	7,7	11,9	1,6
		d _v , мб	1,5	2,8	9,2	7,8	10,0	9,7	10,3	7,9	13,3	15,5	13,7	19,9	19,1	9,1	12,5
6	Одеса	t, °C	2,6	8,2	14,7	15,6	17,5	18,3	17,4	19,0	22,4	22,8	24,2	25,1	25,6	22,7	21,1
		P, мм	18,9	0,5	4,2	1,7	0,9	7,0	15,2	8,6	10,3	11,0	6,5	7,6	0,0	12,4	0,4
		d _v , мб	1,4	2,0	7,3	6,7	8,7	7,9	8,3	6,2	8,6	11,0	12,8	15,9	15,5	8,0	9,6
7	Роздільна	t, °C	10,7	11,0	14,1	17,6	15,4	16,0	18,2	20,9	24,4	21,1	26,3	21,1	23,7	23,2	23,8
		P, мм	10,0	0,5	1,9	8,2	2,9	9,7	27,0	8,2	0,0	0,0	14,4	4,7	1,2	5,1	0,0
		d _v , мб	3,0	5,3	7,5	7,7	8,0	7,5	9,8	10,8	18,3	16,5	16,6	12,0	15,8	12,7	13,6

Продовження додатку 1.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
8	Белград	t, °C	10,8	12,1	13,3	17,7	15,8	18,0	18,6	21,9	24,2	23,3	26,0	21,6	24,9	22,8	23,8
		P, мм	19,2	1,4	6,5	4,9	5,2	5,1	10,3	5,1	3,1	0,0	9,5	9,5	0,4	26,4	0,0
		d _v , мб	2,8	5,3	6,4	8,0	6,7	8,8	8,7	11,0	13,8	15,9	17,1	11,4	18,3	9,6	14,4
9	Березівка	t, °C	11,8	11,5	14,8	17,4	16,2	15,9	19,0	21,8	25,2	21,9	26,9	22,0	23,3	23,7	23,8
		P, мм	21,1	0,0	5,4	19,1	2,9	15,5	4,6	0,8	1,9	4,7	9,9	12,7	25,9	21,2	0,1
		d _v , мб	3,0	5,6	0,8	7,1	9,2	7,6	10,6	12,3	18,0	16,0	16,9	14,4	14,5	13,9	14,5
10	Сімферополь	t, °C	7,5	11,2	10,7	11,5	15,1	15,4	18,1	20,6	23,2	22,1	23,6	23,2	22,8	25,1	21,3
		P, мм	2,7	12,8	1,9	16,9	16,7	24,2	2,1	0,2	5,2	1,3	0,9	18,3	1,5	0,0	0,5
		d _v , мб	4,6	5,9	3,1	3,4	3,3	4,1	9,4	12,6	14,0	16,6	14,1	13,2	14,6	19,0	12,2
11	Ішунь	t, °C	5,2	7,5	8,3	17,7	15,2	17,8	19,3	24,4	26,3	24,9	24,3	28,5	25,2	24,7	22,0
		P, мм	0,0	2,8	6,9	2,0	2,5	2,8	17,3	15,1	0,1	6,9	19,9	0,9	0,0	0,9	2,3
		d _v , мб	3,6	4,3	3,9	9,8	8,0	6,8	9,3	14,6	18,1	11,5	13,5	13,8	17,6	13,8	10,7
12	Джанкой	t, °C	7,7	10,7	12,2	13,5	17,1	16,6	19,2	21,7	24,9	23,9	24,6	24,6	24,0	26,3	22,7
		P, мм	5,7	16,8	0,0	30,2	7,1	18,9	0,0	0,5	0,5	0,0	27,2	2,7	28,4	0,0	1,6
		d _v , мб	4,4	4,3	4,2	4,2	5,0	5,4	11,0	14,3	17,3	19,3	14,8	14,8	15,9	19,1	13,4
13	Нижньогірськ	t, °C	7,3	11,1	11,9	13,4	16,7	16,5	18,8	21,1	24,4	23,4	24,2	24,5	23,8	25,6	22,2
		P, мм	0,5	27,1	0,0	4,8	9,0	24,9	1,6	2,8	0,0	0,0	23,1	2,8	24,1	0,1	0,0
		d _v , мб	4,7	5,0	4,0	4,4	4,8	5,0	10,3	13,8	16,4	18,9	14,8	15,6	15,3	17,7	13,0
14	Білогірськ	t, °C	6,4	11,6	12,1	13,0	16,2	15,8	17,8	20,0	23,1	22,0	22,5	23,4	22,5	24,8	21,0
		P, мм	0,9	23,2	0,9	5,1	6,5	21,8	0,3	0,4	2,3	0,0	13,5	1,2	5,5	0,0	0,0
		d _v , мб	4,9	6,6	5,1	5,2	5,5	4,6	10,3	13,2	13,6	17,3	13,0	15,4	14,8	19,9	13,7
15	Луганськ	t, °C	4,0	9,5	8,2	10,1	15,6	17,6	18,4	26,0	27,4	26,9	25,5	23,8	25,3	25,3	21,4
		P, мм	0,4	1,5	31,7	1,4	24,3	22,4	1,4	1,9	0,3	29,4	3,3	11,5	0,0	15,7	22,5
		d _v , мб	3,6	6,0	4,5	10,7	6,6	6,1	11,9	18,0	20,8	17,3	17,3	15,6	18,5	20,3	11,1
16	Сватове	t, °C	4,1	7,6	6,9	10,2	14,4	17,3	18,4	25,0	26,6	26,7	24,2	22,6	23,8	24,8	20,7
		P, мм	1,5	10,8	8,4	5,7	20,1	17,0	16,8	0,9	2,03	8,4	1,1	6,0	9,2	19,4	19,9
		d _v , мб	3,2	4,8	4,2	10,7	7,0	6,2	11,5	17,8	20,7	18,6	16,4	14,0	16,2	16,1	10,4

Продовження додатку 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17		18
17	Біловодськ	t, °C	3,4	8,5	7,4	19,4	15,6	16,9	17,7	25,2	26,7	28,3	25,0	23,0	24,5	24,3		20,6
		P, мм	0,0	0,2	21,2	3,5	6,5	30,8	12,6	3,6	0,0	7,0	6,0	8,7	0,0	16,0		20,3
		d _{вс} , мб	3,0	5,8	4,1	10,8	7,9	5,4	10,6	17,8	21,5	20,2	17,8	14,8	21,7	16,0		9,4
18	Старо- більськ	t, °C	6,7	12,1	15,8	15,9	20,6	18,4	19,3	20,1	24,2	20,1	21,8	25,0	26,5	23,0		23,9
		P, мм	16,0	17,3	5,3	0,0	1,3	0,0	27,3	5,7	4,9	1,1	2,0	0,0	1,0	10,8		12,6
		d _{вс} , мб	3,6	5,1	8,4	6,8	14,0	11,4	13,9	15,0	19,2	14,0	10,1	15,2	12,2	15,8		17,6
19	Гуляйполе	t, °C	3,9	7,8	7,2	19,9	14,8	17,0	19,2	24,6	26,7	26,0	24,1	23,7	24,8	24,0		20,9
		P, мм	0,1	0,7	11,7	0,3	13,3	20,8	0,4	21,4	0,0	32,4	24,0	1,7	0,0	18,0		3,9
		d _{вс} , мб	3,9	5,0	4,4	10,4	7,8	6,3	13,0	17,4	19,6	15,0	15,8	17,0	18,4	17,5		11,8
20	Кирилівка	t, °C	3,8	6,9	8,5	9,2	13,9	16,0	18,0	24,0	25,5	25,4	23,6	22,5	24,2	23,7		24,0
		P, мм	0,0	0,2	15,5	0,2	23,0	28,4	0,0	2,5	13,0	4,0	35,8	1,1	1,1	37,8		1,8
		d _{вс} , мб	3,4	4,2	3,4	8,4	6,5	4,4	10,3	16,5	19,7	13,7	14,4	14,2	19,0	15,4		10,1
21	Меліто- поль	t, °C	2,7	9,4	16,0	18,3	18,6	18,4	19,3	19,1	23,0	23,0	25,5	25,1	25,0	23,2		20,9
		P, мм	3,1	6,0	3,9	18,2	2,3	23,1	0,0	16,1	4,4	1,8	2,1	16,4	0,0	9,5		0,2
		d _{вс} , мб	1,4	2,7	4,1	4,3	6,8	10,6	13,5	7,4	14,8	16,0	15,5	17,4	19,1	12,9		12,4
22	Артемівськ	t, °C	4,3	8,2	7,6	10,3	14,8	17,0	18,9	26,0	26,8	25,9	24,4	23,1	25,0	24,8		21,2
		P, мм	0,0	4,4	6,7	0,0	18,0	17,8	3,0	16,7	0,0	30,4	15,9	12,5	0,0	27,1		31,4
		d _{вс} , мб	3,4	4,9	4,8	4,4	7,0	6,4	12,8	17,0	18,1	15,4	15,8	14,7	21,4	18,7		11,4
23	Волноваха	t, °C	3,2	7,4	9,6	12,7	14,1	16,1	17,2	22,9	25,1	25,0	24,0	22,5	23,9	23,9		20,4
		P, мм	0,4	8,0	16,2	0,3	19,0	15,2	7,2	18,7	7,8	7,8	21,0	2,7	1,3	20,85		15,6
		d _{вс} , мб	3,4	4,3	3,8	13,1	6,2	5,4	9,8	14,2	18,2	13,5	15,6	14,8	18,6	17,1		11,1
24	Нікополь	t, °C	5,6	7,9	9,9	12,0	15,4	18,0	20,3	25,8	27,4	25,6	24,1	23,5	25,7	25,7		21,6
		P, мм	0,0	0,8	8,9	1,9	0,0	18,5	11,1	0,7	6,5	14,0	21,4	10,7	3,2	2,0		4,3
		d _{вс} , мб	4,1	4,6	5,0	14,4	9,8	7,7	13,1	18,5	18,6	14,1	14,3	14,7	20,4	20,0		12,0
25	Комісарів- ка	t, °C	4,4	6,8	9,2	13,9	14,2	16,7	18,9	24,3	26,5	24,8	22,4	21,8	24,6	24,8		20,0
		P, мм	2,4	6,9	16,3	1,7	1,4	3,9	2,6	13,7	9,9	21,5	4,1	25,1	0,0	10,0		0,0
		d _{вс} , мб	3,3	4,2	4,3	13,6	9,6	7,0	12,6	15,7	19,0	14,3	12,6	13,0	18,7	15,7		9,8

Рекомендовані зерно-кормові сівозміни на зрошуваних землях

ЗК—1: 1 — яровий ячмінь з посівом люцерни; 2, 3 — люцерна; 4 — озима пшениця + озимі зернобобові; 5 — кормовий буряк; 6 — кукурудза на силос; 7 — озима пшениця + кукурудза на зелений корм; 8 — горох.

ЗК—2: 1 — озима пшениця + літній посів люцерни; 2, 3 — люцерна; 4 — озима пшениця; 5 — озима пшениця + зернобобові на корм; 6 — кукурудза на силос; 7 — озима пшениця + кукурудза на зелений корм; 8 — горох.

ЗК—3: 1, 2 — люцерна, 3 — озима пшениця + горохо-вівсяна суміш; 4 — кормовий буряк; 5 — кукурудза на силос; 6 — озима пшениця + кукурудза на зелений корм; 7— кукурудза на зерно; 8 — яровий ячмінь з підсівом люцерни.

ЗК—4: 1 — ярові зернові + літній посів люцерни; 2, 3 — люцерна; 4 — кукурудза на силос + озимі зернобобові; 5 — люцерна літнього посіву; 6, 7 — люцерна; 8 — кукурудза на зерно.

ЗК—5: 1 — озима пшениця + літній посів люцерни; 2, 3 — люцерна; 4 — озима пшениця; 5 — озима пшениця + зернобобові на корм; 6 — кукурудза на зерно; 7 — кукурудза на силос; 8 — горох на зерно.

ЗК—6: 1 — озима пшениця + літній посів люцерни; 2, 3 — люцерна; 4 — озима пшениця; 5 — озима пшениця + зернобобові на корм; 6 — кукурудза на силос; 7 — озима пшениця + кукурудза на зелений корм; 8 — горох.

ЗК—7: 1, 2 — люцерна; 3 — озима пшениця; 4 — озима пшениця + кукурудза на зелений корм; 5 — горох на зерно; 6 — кукурудза на силос; 7 — кукурудза на зерно; 8 — озима пшениця + літній посів люцерни.

ЗК—8: 1, 2 — люцерна; 3 — озима пшениця; 4 — озима пшениця + кукурудза на зелений корм; 5 — кукурудза на силос; 6 — озима пшениця + гречка на зерно; 7 — кукурудза на силос; 8 — озима пшениця + літній посів люцерни.

ЗК—9: 1, 2 — люцерна; 3 — озима пшениця; 4 — озима пшениця + просо на зерно; 5 — кукурудза на силос; 6 — горох на зерно; 7 — кукурудза на зерно; 8 — яровий ячмінь з посівом люцерни.

ЗК—10: 1, 2 — люцерна, 2 — озима пшениця + зернобобові на корм; 4 — кукурудза на силос; 5 — озима пшениця + кукурудза на зелений корм; 6 — озима пшениця + горохо-вівсяна суміш; 7 — кукурудза на зерно; 8 — яровий ячмінь з посівом люцерни.

Рекомендовані норми і строки поливів сільськогосподарських культур у степовій зоні України (рік 75% забезпеченості)

Культури	№ поливу	Області України											
		Одеська, Миколаївська			А.Р. Крим, Херсонська			Дніпропетровська, Запорізька			Донецька, Луганська		
		м, м ³ /га	строки		м, м ³ /га	строки		м, м ³ /га	строки		м, м ³ /га	строки	
			поч.	кін.		поч.	кін.		поч.	кін.		поч.	кін.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Основні													
Озима пшениця	0	600	1.09	15.09	600	16.09	30.09	600	26.08	10.09	600	25.08	10.09
	1	400	13.05	17.05	400	13.05	17.05	400	15.05	19.05	400	17.05	21.05
	2	300	31.05	4.06	400	24.05	28.05	400	1.06	5.06	400	6.06	10.06
	3	300	18.06	22.06	400	11.06	15.06	300	15.06	19.06	400	18.06	22.06
Всього		1600			1800			1700			1800		
Кукурудза (зерно і силос)	1	400	12.06	16.06	500	18.06	22.06	500	4.06	8.06	500	20.06	24.06
	2	400	16.07	20.07	400	9.07	13.07	400	28.06	2.07	400	12.07	16.07
	3	400	4.08	8.08	400	23.07	27.07	400	16.07	20.07	400	30.07	3.08 ¹
	4	400	20.08	24.08	400	5.08	9.08	400	30.07	3.08	400	15.08	19.08
	5				400	21.08	25.08	300	16.08	20.08			
Всього		1600			2100			2000			1700		
Люцерна 2 та 3 року посіву	1	500	17.05	21.05	500	13.05	17.05	500	5.05	9.05	500	16.05	20.05
	2	500	22.06	26.06	500	10.06	14.06	500	10.06	14.06	500	1.06	15.06
	3	500	14.07	18.07	500	28.06	2.07	500	28.06	2.07	500	2.07	6.07
	4	500	4.07	8.08	500	24.07	28.07	500	16.07	20.07	500	21.07	25.07
	5	500	26.08	30.08	500	6.08	10.08	500	4.08	8.08	500	11.08	15.08
	6				500	28.08	1.09	500	22.08	26.08			
Всього		2500			3000			3000			2500		
Яровий ячмінь, зернобобові	1	400	27.05	31.05	400	22.05	26.05	400	15.05	19.05	400	30.06	3.06
	2	400	13.06	17.06	400	12.06	16.06	400	5.06	9.06	400	15.06	19.06
	3				300	22.06	76.06						
Всього		800			1100			800			800		
Буряки (кормові)	1	400	16.06	20.06	400	5.06	9.06	400	28.05	1.06	400	11.06	15.06
	2	400	10.07	14.07	400	28.06	2.07	400	24.06	28.06	400	4.07	8.07
	3	400	28.07	1.08	400	19.07	23.07	400	12.07	16.07	400	22.07	26.08
	4	400	14.08	18.08	400	1.08	5.08	400	1.08	5.08	400	10.08	14.08
	5				400	29.08	2.09	300	24.08	28.08	400	26.08	30.08
Всього		1600			2000			1900			2000		
Люцерна після уборки ячменю	1	400	12.07	16.07	400	6.07	10.07	400	16.07	20.07	400	11.06	15.07
	2	400	6.08	10.08	400	2.08	6.08	400	6.08	10.08	400	7.08	11.08
	3	400	26.08	30.08	400	20.08	24.08	400	28.08	1.09	400	18.08	22.08
	4				400	4.09	8.09				300	8.09	12.09
Всього		1200			1600			1200			1500		
Позживні													
Люцерна літнього посіву	1	500	11.07	15.07	500	11.07	15.07	500	16.07	20.07	500	16.07	20.07
	2	500	7.08	11.08	500	2.08	6.08	500	2.08	6.08	500	10.08	14.08
	3	500	19.08	23.08	500	13.08	17.08	500	20.08	24.08	500	28.08	1.09
	4	400	4.09	8.09	500	29.08	2.09	400	3.09	7.09			
	5				500	16.09	20.09						
Всього		1900			2300			1900			1500		
Кукурудза на корм	1	500	11.07	20.07	500	11.07	20.07	500	11.07	20.07	500	11.07	20.07
	2	400	1.08	5.08	400	30.07	3.08	400	1.08	5.08	400	14.08	18.07
	3	300	20.08	24.08	400	21.08	25.08	300	23.08	27.08	400	26.08	30.08
	4	300	4.09	8.09	400	6.09	10.09	300	7.09	11.09	300	10.09	14.09
Всього		1500			1700			1500			1600		

Значення коефіцієнтів “а” і “b” в залежності від Б для гідравлічного розрахунку колекторно-дренажної мережі

Б	1.0	1.070	1.068	1.048	0.994	0.927	0.830	0.750	0.678	0.583
a	1.0	0.95	0.90	0.85	0.80	0.75	0.70	0.65	0.60	0.55
b	1.0	1.10	1.15	1.157	1.157	1.152	1.137	1.115	1.079	1.045
Б	0.5	0.415	0.332	0.256	0.188	0.129	0.080	0.045	0.020	0.004
a	0.5	0.45	0.40	0.35	0.30	0.25	0.20	0.15	0.10	0.05
b	1.0	0.940	0.980	0.810	0.740	0.640	0.550	0.440	0.330	0.180

**Основні характеристики труб, що застосовуються при
будівництві дренажу**

Вид труби, ГОСТ	Діаметр, мм			Дов- жина труби, м	Тип з'єднання	Коефіці- єнт шорст- кості, п
	умов- ний	вну- трі- шній	зов- ніш- ній			
Керамічні дренажні ГОСТ 8411- 74	50	50	72	0,33	Встик	0,017
	75	75	101			
	100	100	130			
	125	125	161			
	150	150	190			
	175	175	219			
	200	200	248			
250	250	300				
Дренажні гнучкі з ПВХ ТУ-33-38-74		100	105	6,0	Муфта, зварюва- ння	0,015
Азбестоце- ментні безна- пірні ГОСТ 1839- 72	100	100	118	2,95	Муфта	0,013
	150	141	161	3,95		
	200	189	211	3,95		
	300	279	307	3,95		
	400	368	402	3,95		
Залізо- бетонні без- напірні ГОСТ 6482- 71	400	400	500	5,0	Розтруб	0,015
	500	500	620			
	600	600	720			
	800	800	960			
	1000	1000	1200			
	1200	1200	1420			
Дренажні гофровані з ПВП* ТУ 6-05- 1078-72	50		50	6...200	Муфта	0,015
	63		63			
	75		75			
	90		90			
	110		110			
	125		125			

*Примітка – товщина стінок дренажних труб з ПВП складає 1...2мм, і тому внутрішній діаметр можна прийняти рівним зовнішньому.