



Національний університет
водного господарства
та природокористування

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства та
природокористування

**А.М. Рокочинський, Г.І. Сапсай, В.Г. Муранов,
П.І. Мендусь, А.С. Теслюкевич**

ОСНОВИ ГІДРОМЕЛІОРАЦІЙ

За редакцією професора А.М. Рокочинського

Навчальний посібник

Європейська кредитно-трансферна система

*Рекомендовано Міністерством освіти і науки,
молоді та спорту України як начальний посібник для
студентів вищих навчальних закладів*

Рівне - 2014



Національний університет

УДК 626.8 (075)

ББК 40.6 я7-6

О-75

*Рекомендовано Міністерством освіти і науки,
молоді та спорту України.
(Лист № 1/11-785 від 29 січня 2013 року)*

Рецензенти:

Ткачук М.М., доктор технічних наук, професор Національного університету водного господарства та природокористування (м. Рівне);

Грановська Л.М., доктор економічних наук, професор ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет» (м. Херсон);

Дупляк В.Д., кандидат технічних наук, професор, голова правління ПАТ «Укрводпроект».

А.М. Рокочинський, Г.І. Сапсай, В.Г. Муранов, П.І. Мендусь, А.С. Теслюкевич

О-75 Основи гідромеліорацій: Навч. посібник / за редакцією професора А. М. Рокочинського. – Рівне: НУВГП, 2014. – 255 с.

ISBN 978-966-327-276-4

Навчальний посібник містить програмний матеріал дисципліни «Основи гідромеліорацій», контрольну тестову програму, глосарій основних термінів, список рекомендованої літератури.

Наведено методи та способи меліорації земель у гумідній та арідній зонах, конструкції гідромеліоративних систем, принципи проектування та розрахунку елементів гідромеліоративних систем, спеціальні види гідромеліорацій.

Посібник призначений для студентів вищих навчальних закладів напрямку підготовки 6.060103 «Гідротехніка (водні ресурси)».

УДК 626.8 (075)

ББК 40.6 я7-6

ISBN 978-966-327-276-4

© Рокочинський А.М, Сапсай Г.І,
Муранов В.Г, Мендусь П.І,
Теслюкевич А.С., 2014

© НУВГП, 2014



Передмова	7
1. Загальні відомості про меліорацію земель в Україні (<i>А.М. Рокочинський, Г.І. Сапсай, В.Г. Муранов, П.І. Мендусь, А.С. Теслюкевич</i>)	8
1.1. Сутність та еколого-економічні аспекти меліорації земель.....	8
1.2. З історії розвитку меліорації.....	14
Контрольні питання.....	19
2. Осушення земель (<i>А.М. Рокочинський, Г.І. Сапсай, В.Г. Муранов, П.І. Мендусь, А.С. Теслюкевич</i>).....	20
2.1. Водний режим ґрунтів. Вимоги сільськогосподарських культур до водного режиму (<i>В.П. Волошин, С.В. Шалай</i>)	20
2.1.1. Водний режим ґрунтів	20
2.1.2. Норма осушення	21
2.1.3. Водно-балансові розрахунки.....	24
2.1.4. Встановлення необхідності і спрямованості меліоративних заходів.....	27
Контрольні питання.....	29
2.2. Види заболочених земель та їх характеристика. Типи водного живлення, методи і способи осушення (<i>Л.О. Бадинський</i>).....	29
2.2.1. Заболочені землі та їх характеристика	29
2.2.2. Типи водного живлення та причини надлишкового зволоження.....	33
2.2.3. Методи і способи осушення.....	37
Контрольні питання.....	38
2.3. Осушувальні системи (<i>П.П. Волк, Р.М. Коптюк</i>).....	38
2.3.1. Загальна характеристика осушувальної системи.....	38
2.3.2. Регульовальна мережа.....	41
2.3.3. Провідна мережа.....	58
2.3.4. Водоприймачі.....	66
Контрольні питання.....	67
2.4. Проектування окремих елементів осушувальних систем	68
2.4.1. Розрахункові витрати води.....	68
2.4.2. Гідравлічні розрахунки.....	70



2.4.3. Визначення витрат води і діаметрів закритих колекторів	73
2.4.4. Огороджувальна осушувальна мережа.....	76
2.4.5. Дороги на системі	78
2.4.6. Споруди на осушувальних системах	80
Контрольні питання.....	84
2.5. Управління водним режимом осушуваних ґрунтів.....	84
2.5.1. Методи і способи зволоження осушуваних земель	86
2.5.2. Підґрунтове зволоження.....	87
2.5.3. Дощування осушуваних земель	88
2.5.4. Конструктивні особливості осушувально- зволожувальних систем.....	91
Контрольні питання.....	94
3. Зрошування земель (<i>А.М. Рокочинський, Г.І. Сапсай, В.Г. Муранов, П.І. Мендусь, А.С. Теслюкевич</i>).....	95
3.1. Зрошування земель і зрошувальні системи (<i>В.А. Живиця, С.М. Кротівко, В.В. Засць</i>).....	95
3.1.1. Поняття про зрошування земель. Економічна ефективність зрошування	95
3.1.2. Види зрошування. Встановлення необхідності у зрошуванні земель.....	95
3.1.3. Способи зрошування	97
3.1.4. Вплив зрошування на ґрунт, рослини і мікроклімат.....	97
3.1.5. Обводнення земель	98
3.1.6. Зрошувальна система та її елементи.....	98
Контрольні питання.....	100
3.2. Режим зрошування сільськогосподарських культур (<i>М.С. Козішкурт, Н.В. Приходько</i>).....	101
3.2.1. Оптимальні умови для розвитку сільськогосподарських культур.....	101
3.2.2. Сумарне водоспоживання сільськогосподарських культур.....	102
3.2.3. Зрошувальна і поливна норми	104
3.2.4. Режим зрошування окремої сільськогосподарської культури.....	107



3.2.5. Режим зрошування сівозміни.....	110
Контрольні питання.....	113
3.3. Зрошувальні системи при різних способах поливу сільськогосподарських культур (<i>В.А. Живиця, С.М. Кропивко, С.П. Мендусь</i>).....	113
3.3.1. Основні способи зрошування.....	113
3.3.2. Всмоктування і фільтрація води у ґрунті	115
3.3.3. Поверхневе зрошування.....	115
3.3.4. Дошування і дошувальні системи.....	125
3.3.5. Дрібнодисперсне зволоження	143
3.3.6. Внутрішньогрунтове зрошування.....	143
3.3.7. Мікрозрошування сільськогосподарських культур	144
3.3.8. Субіригація.....	148
Контрольні питання.....	148
3.4. Проектування провідної зрошувальної мережі	149
3.4.1. Типи зрошувальної мережі.....	149
3.4.2. Відкрита провідна зрошувальна мережа	150
3.4.3. Трубочаста зрошувальна мережа.....	161
Контрольні питання.....	164
3.5. Джерела зрошування та охорона довкілля	165
3.5.1. Види джерел води для зрошування і обводнення	165
3.5.2. Узгодження режиму зрошування сільськогосподарських культур з режимом вододжерела	166
3.5.3. Якість поливних вод	168
3.5.4. Природоохоронні заходи.....	169
Контрольні питання.....	169
4. Спеціальні види гідромеліорацій (<i>А.М. Рокочинський, Г.І. Сапсай, В.Г. Муранов, П.І. Мендусь, А.С. Теслюкевич</i>).....	170
4.1. Заходи боротьби з руйнівною дією води (<i>В.А. Живиця, С.М. Козішкурт</i>).....	170
4.1.1. Підтоплення територій.....	170
4.1.2. Захист територій і населених пунктів від паводків	177
4.1.3. Рекультивация та ренатуралізація земель. Лісотехнічні і ландшафтні меліорації.....	186



Контрольні питання	191
4.2. Меліорація засолених земель (<i>М.Є. Козішкурт, С.П. Мендусь, С.Ю. Громаченко, Н.В. Приходько</i>)	191
4.2.1. Причини засолення і заболочування зрошуваних земель. Класифікація засолених ґрунтів	191
4.2.2. Методи меліорації засолених земель	194
4.2.3. Промивання засолених ґрунтів	195
4.2.4. Типи дренажів на зрошуваних землях	196
4.2.5. Проектування і розрахунок дренажу	198
Контрольні питання	201
4.3. Теплові меліорації (<i>В.П. Востріков</i>)	201
4.3.1. Тепловий фактор у житті рослин. Теплові меліорації ..	201
4.3.2. Методи та способи теплових меліорацій	203
4.3.3. Еколого-економічні аспекти теплових меліорацій	208
Контрольні питання	210
Тестова програма	211
Термінологічний словник	239
Література	251
Алфавітний покажчик авторів	253



Передмова

Дисципліна «Основи гідромеліорацій» включена до переліку рекомендованих навчальних дисциплін підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» напряму підготовки «Гідротехніка (водні ресурси)». Вона є першою дисципліною, яка достатньою мірою знайомить майбутнього фахівця професійного спрямування «Гідромеліорація» із завданнями та проблемами галузі водного господарства, а також шляхами їх вирішення.

Тому при написанні посібника автори ставили такі завдання:

по-перше, дати студентам зрозуміти значення гідромеліорацій земель як засобу ефективного ведення сільськогосподарського виробництва;

по-друге, ознайомити студентів зі станом та проблемами гідромеліорацій на сучасному етапі, шляхами їх можливого вирішення або мінімізації;

по-третє, дати студентам основи знань з питань регулювання водного режиму ґрунтів і відповідних технологій, проектування і розрахунків елементів гідромеліоративних систем, спеціальних видів гідромеліорацій;

по-четверте, мобілізувати студентів на глибоке, творче та свідоме вивчення дисципліни як відповідного ступеня оволодіння спеціальністю.

Головною метою навчальної дисципліни «Основи гідромеліорацій» є формування у майбутніх фахівців знань та умінь із сучасних технологій регулювання водного режиму ґрунтів, конструкцій і методів проектування гідромеліоративних систем.

Автори висловлюють вдячність професорам М.М. Ткачуку, Л.М. Грановській, В.Д. Дупляку за цінні зауваження та рекомендації, надані при рецензуванні рукопису, а також доктору філологічних наук О.В. Когут за допомогу з літературного редагування навчального посібника.



1. Загальні відомості про меліорацію земель в Україні

1.1. Сутність та еколого-економічні аспекти меліорації земель

Меліорація земель є важливою складовою природооблаштування, про що свідчить вся історія розвитку людського суспільства, починаючи з тих пір, коли людина перейшла до осілого способу життя, у зв'язку з цим і виникла потреба зміни природного середовища .

Слово «меліорація» походить від латинського «melioratio», що у перекладі означає «покращення». У більш конкретному розумінні меліорація – це глибока зміна компонентів природного середовища для підвищення споживчої вартості (корисності) земель, яка насамперед залежить від їх цільового призначення.

За цільовим призначенням виділяють декілька категорій земель:

- землі сільськогосподарського призначення або сільськогосподарські землі;
- землі поселень;
- землі промисловості, енергетики, транспорту, зв'язку, оборони та іншого спеціального призначення;
- землі лісного фонду;
- землі водного фонду.

Розподілення земельного фонду України за цільовим призначенням наведено в таблиці. 1.1.

Таблиця 1.1

Назва категорії земель	Площа земель	
	тис. га	% до загальної площі України
Землі сільськогосподарського призначення	41625,8	69,0
Землі житлової і громадської забудови	2489,0	4,1
Відкриті заболочені землі	978,0	1,6
Землі без рослинного покриву або з незначним рослинним покривом	1032,8	1,7
Землі лісового фонду	10570,1	17,5



Землі водного фонду	2422,5	4,0
Інші землі	1236,6	2,1
Усього земель України	60354,8	100,0

Всі ці землі за своїми властивостями можуть не повністю задовольняти вимоги конкретного землекористувача і потребувати різного роду меліорацій. Виходячи з цього, розрізняють меліорації сільськогосподарських земель, або так звані сільськогосподарські меліорації, меліорацію земель лісного, водного фондів, поселень та ін.

Залежно від того, на який з компонентів природного середовища спрямовано меліоративні заходи, вони можуть бути різних типів, підтипів і видів (табл. 1.2).

Таблиця 1.2

Класифікація меліорації за дією на природні компоненти або їх комплекси

(за А. М. Шульгіним, В.Г. Гриневецьким, В. С. Аношко й ін.)

Тип	Підтип	Вид
Водні (гідро- технічні)	Осушувальні	Осушування боліт та перезвожених земель
	Паводково- регулюючі	Боротьба із затопленням земель Боротьба з підтопленням Ліквідація поверхневого застою вод атмосферних опадів (вимочувань)
	Зрошувальні	Зволожувальне зрошування Удобрювальне зрошування Утеплювальне зрошування Ґрунтоочисне зрошування Дезинфікуюче зрошування
	Осушувально- зволожувальні (осушувально- зрошувальні)	Регулювання водно-повітряного режиму осушуваних ґрунтів. Зрошування осушуваних земель



	Обводнювальні	Обводнення безводних територій Обводнення маловодних територій Обводнення в умовах гумідної зони
Агротехнічні	Осушувально-регулювальні	Влаштування улоговин Вузькозагінна оранка Профілювання ґрунту Боронування Гребенювання Грядкування Щілювання Кротування
	Акумуляційні	Безвідвальне розпушення Глибока оранка Ущільнення ґрунту
Земельні	Ґрунтозахисні	Боротьба з площинною ерозією Боротьба з яружною ерозією Боротьба з дефляцією ґрунтів Боротьба з суфозією ґрунтів
	Ґунтореконструювальні	Створення ґрунтового покриву Гранулометричне збагачення ґрунтів (піскування, глинування) Збільшення потужності перегнійного горизонту
	Культуротехнічні	Планування поверхні Землеочищення Землеустрій
	Ландшафтно-рекультивацийні	Рекультивация кар'єрів - торф'яних вироблень - відвалів гірських порід - золівідвалів - руйнувань природної стихії (паводків, пилових бур, ураганів тощо)



Рослинні	Фітореконструвальні	Створення лісосмуг Суцільне (масивне) лісонасадження Фітоніцидні (курортні) насадження
	Ландшафтно-захисні	Водоохорона Вітрорегулювання Снігорегулювання Берегозахист Боротьба зі зсувами і обвалами
Кліматичні	Теплові	Боротьба із заморозками Акваторно-теплова Агротеплова Боротьба з випріванням Боротьба з вимерзанням
	Вологорозподільні	Штучне викликання атмосферних опадів Регулювання сніготанення
	Вітропослаблюючі	Протиураганні заходи (у місцях зародження урагану) Місцеві заходи
Хімічні (агро-хімічні)	Солезбагачувальні	Внесення мінеральних добрив Регулювання розподілу живильних речовин в ландшафті
	Кислоторегулювальні	Вапнування ґрунтів Кислотування ґрунтів Гіпсування ґрунтів
	Ґрунтозміцнювальні	Структурування ґрунтів Протидефляційне закріплення ґрунтів

Найбільшого поширення в Україні набули сільськогосподарські меліорації основою яких є водні (гідротехнічні) меліорації.



Об'єктом впливу водних меліорацій у більшості випадків слугують ґрунти, засобом - регулювання їх водного та пов'язаних з ним повітряного, теплового і живильного режимів в комплексі з агротехнічними засобами. Завдання, мета і характер меліорацій визначаються агробіологічними умовами сільськогосподарських культур, економічними і господарськими можливостями, що залежить від рівня розвитку суспільного виробництва.

Виділяють наступні види гідротехнічних меліорацій: **осушувальні, зрошувальні, осушувально-зволожувальні, осушувально-зрошувальні, паводково-регулювальні і обводнення земель** (головним чином пасовищ).

Відносять до водної меліорації і такі види земельного облаштування як агро меліоративні заходи і боротьба з ерозією ґрунтів.

Поширення різних видів гідротехнічних меліорацій в основному має зональний характер: на півдні розвивається зрошення і обводнення, на півночі – осушення. Однак такий розподіл є досить умовним. Зі зміною потреб і економічних можливостей суспільного виробництва змінюється і характер здійснюваних гідротехнічних меліорацій.

Серед інших типів (підтипів) меліорацій найбільш поширеними є наступні:

- **агрохімічні меліорації**, завданням яких є покращення хімізму кореневмісного шару ґрунту шляхом внесення добрив, вапнування кислих ґрунтів, гіпсування засолених ґрунтів;

- **агротехнічні меліорації** є обов'язковим доповненням гідротехнічних меліорацій при осушуванні ґрунтів з низькою водопроникністю і проводяться з метою відведення надлишкової води по поверхні і орному шару ґрунту, створення додаткових запасів продуктивної вологи в орному шарі, покращення теплового режиму і підвищення біологічної активності ґрунту;

- **культуртехнічні меліорації**, що проводяться з метою створення умов для виробничого використання сільськогосподарської техніки і окультурення кореневмісного шару ґрунту (розчищення чагарників, корчування пнів, дерев, зрізка купин, збирання каміння, планування поверхні, первинна обробка, інші заходи зі збереження і підвищення родючості ґрунтів);

- **агролісомеліорації**, що включають систему заходів,



спрямованих на покращення ґрунтових, кліматичних і гідрогеологічних умов біологічними методами: шляхом вирощування тих чи інших лісових насаджень.

Найбільший ефект меліорації дають у тому випадку, коли одночасно з гідротехнічними заходами здійснюються агротехнічні, культуротехнічні й агрохімічні залежно від природних умов і характеру використання земель (окультурення ґрунтів, системи обробітку, сівозмін і добрив, підбір відповідних культур і т.д.).

Меліорації здійснюють складний, неоднозначний вплив на мікроклімат, гідрологію ґрунту, рослинність і весь природний комплекс, у тому числі на водний режим прилеглих територій, водопостачання населених пунктів, рослинний і тваринний світ, стік річок, тощо. У зв'язку з цим, свого часу з'явилося чимало висловлювань про винятково негативний вплив меліорації на навколишнє середовище, що ставить під сумнів необхідність її проведення. Однак існування людського суспільства неможливе без взаємодії з навколишнім середовищем. І тому досить абсурдно говорити про повну недоторканість природи. Вона обов'язково змінюється там, де живе людина.

Звичайно вплив меліорації на навколишнє середовище може бути позитивним і негативним. Негативний і позитивний впливи найчастіше виявляються одночасно в доповненні до різних сторін проблеми раціонального природокористування. Неможливо, наприклад, створити на меліорованих землях умови для вирощування сільськогосподарських культур і одночасно зберегти властиве землям різноманіття.

Безперечно, людина не повинна господарювати на землі без урахування природних обмежень, і поряд з економічними інтересами при плануванні меліорацій необхідно враховувати екологічні, естетичні, наукові аспекти природокористування. Основою правильного, обміркованого здійснення меліорацій є принцип комплексного, науково обґрунтованого використання водних, земельних та інших природних ресурсів з урахуванням не лише інтересів різних галузей народного господарства, а й вимог охорони природи, покращення навколишнього середовища з максимальним використанням матеріальних і технічних можливостей, що мають місце на конкретний період.

За допомогою гідротехнічних меліорацій вирішуються такі



важливі завдання:

- збільшення обсягу сільськогосподарської продукції за рахунок освоєння і переведення в сільськогосподарські угіддя земель, що раніше не використовувались (боліт, посушливих територій, засолених земель й ін.);
- збільшення обсягу сільськогосподарської продукції шляхом підвищення ефективної родючості земель;
- створення умов для раціонального використання сільськогосподарської техніки та інших засобів виробництва (укрупнення полів, планування поверхні й ін.).

1.2. 3 історії розвитку меліорації

Штучне зрошування, як вид меліорації, на земній кулі стали застосовувати 3-4 тисячі років тому в Єгипті, Китаї, Іраку й Індії. В Іраку, у долині рік Тигр і Євфрат, до наших днів збереглися залишки найдавнішого зрошувального каналу Нарван, спорудження якого відноситься до періоду існування однієї з найдавніших цивілізацій. У передгір'ях Байсун-Тау на півдні Узбекистану також виявлений давній штучний канал. Йому три тисячі років.

Зрошувальні меліорації на території Східної Європи стали інтенсивно розвиватися на Північному Кавказі, у Поволжі, Барабинському степу, Причорномор'ї й інших районах. З XIX ст. особливо пильна увага на розвиток зрошення зверталася після посух, неврожаїв і голоду 1880, 1891-1892 рр. У 1913 р. було закінчене будівництво каналу для зрошення 35 тис. га земель у Голодному степу.

На території України перший випадок запровадження зрошування був зафіксований у 1915 р. (с. Вишетарасівка Катеринославського уїзду – вода на полив 21 десятини городу подавалась механічним способом).

Осушувальні меліорації стали застосовувати значно пізніше від зрошувальних. Наприклад, перші згадки про осушення в східнослов'янських князівствах відносяться до XI-XVст. (Новгород, Москва). Достовірні дані про перші меліоративні роботи з'являються в документах XV ст. Меліорація земель проводилась тоді у формі розчищення полів від рослинності і їх наступного окультурення.



Увага до осушення земель посилилась в другій половині XIX ст.

Початок великим осушувальним заходам на території Російської імперії поклала Західна експедиція з осушення боліт, організована в 1873 р. під керівництвом І.І. Жилінського, яка проводила роботи в центральних губерніях і на Поліссі. Згодом була створена і Північна експедиція з осушування боліт.

Діяльність всіх цих експедицій тривала до 1894 р. За цей час вони провели значні дослідницькі та будівельні роботи, особливо з осушення Полісся, в результаті були отримані значні матеріали з характеристики меліоративних умов обстежених районів, накопичений власний досвід з проектування і будівництва осушувальних систем відповідно до наявних природних і господарських умов; започатковано початок розгортання урядових меліоративних робіт.

Як державна справа, водна меліорація земель одержала визнання в 1894 р., коли при тодішньому Міністерстві землеробства й державних активів Російської імперії був створений постійний орган – Відділ земельних покращень з технічним персоналом на місцях.

Для підготовки кадрів з меліорації в 1894 р. був створений перший спеціальний меліоративно-гідротехнічний навчальний заклад – Інженерне відділення при Московському сільськогосподарському інституті; після 1905 р. були організовані меліоративні вищі навчальні заклади в Києві, Новочеркаську, Омську.

До 1913 р. в Росії було меліоровано 7,2 млн. га земель, у тому числі 4,0 млн. га зрошувались й 3,2 млн. га було осушено. Під час Першої світової й громадянської війн меліоративна мережа занепала й до 1922 р. площа меліорованих земель на цій території скоротилась до 5,2 млн. га. У 1927 – 1938 р.р. меліоративні роботи почали розвиватися.

В історії розвитку зрошування земель в Україні можна виділити наступні основні етапи:

1) початковий (довоєнний) етап – характеризується поверхневим способом поливу з самопливною, інколи механічною подачею води. Напередодні Другої світової війни площа зрошуваних земель України складала 90 тис. га. У 1932 р. була побудована Дніпровська ГЕС, яка стала основою розвитку придніпровської індустрії;



2) 1950-1960 рр. – характеризується розвитком дощування (ДДА, ДДН), площа зрошуваних земель в Україні станом на 1965 р. складала 543 тис. га;

У п'ятдесятих роках у Миколаївській і Херсонській областях була побудована Інгулецька зрошувальна система площею 62,7 тис. га, у шістдесятих роках на півдні Херсонської області – Краснознам'янська зрошувальна система площею 72,5 тис. га.

Однією з найбільших зрошувальних систем України є Північно-Кримська зрошувальна система площею 358,7 тис. га; в 1967-1990 рр. у Херсонській і Запорізькій областях була побудована I черга Каховської зрошувальної системи площею 262 тис. га, вперше у практиці вітчизняного меліоративного будівництва Каховський канал було запроектовано і побудовано за схемою каскадного регулювання з автономною системою управління б'єфами, без невикористаних скидів навіть у зимовий період.

3) з 1970 р. – здійснювалось будівництво автоматизованих дощувальних систем з закритою зрошувальною мережею («Фрегат», «Волжанка», «Дніпро»);

4) в 70-80-ті рр. – зрошування проводилось відповідно до науково-технічного рівня найкращих зарубіжних аналогів;

5) з 1997 р. – впроваджувалась система еколого-меліоративних моніторингових спостережень за станом зрошуваних земель та прогноз негативного впливу зрошування.

На початок 1998 р. площа зрошуваних земель України складала 2 млн. 448 тис. га. (близько 4% площі всіх сільськогосподарських угідь або близько 7% площі орних земель).

У зоні Степу зрошується кожний 8 га орних земель, Лісостепу – 356 тис.

Стабільне виробництво сільськогосподарської продукції може бути забезпечене при доведенні площі зрошуваних земель до 4,0...4,2 млн. га. Зрошуваний гектар дає в 2...7 разів більше продукції рослинництва, ніж не меліоровані землі (див. таб. 1.3).

Таблиця 1.3

Культура	Врожайність, ц/га	
	після зрошування	до зрошування
Озима пшениця	79,0	34,9
Люцерна	60,5	30,5



Кукурудза	110,5	32,0
Буряк кормовий	1616,0	222,0

Останнім часом широко впроваджується мікрозрошування багаторічних насаджень, технічних, овочевих та баштанних культур. Досліджуються можливості переходу від дощування до дискретного (імпульсного) поливу.

До 1941 р. загальна площа осушуваних земель складала 5710 тис. га. Ріст осушуваних площ (в тис. га) в окремі періоди наведений в табл. 1.4.

Таблиця 1.4

Площі	Роки				
	1917	1929	1937	1940	1952
Осушувані	1200	2050	3450	5710	6200

Друга світова війна призупинила меліоративні роботи в багатьох районах, була зруйнована значна частина зрошувальних та осушувальних споруд і систем.

У післявоєнному будівництві осушувально-зволожувальних систем можна виділити три основні періоди:

1) 1950-1960 рр. – будувались осушувальні та осушувально-зволожувальні системи з відкритою провідною мережею, кротовим та гончарним дренажем і зволожувальним шлюзуванням у каналах. Характерними системами такого типу є: Ірпінська площею 7,5 тис. га, Трубізька площею 28,8 тис. га;

2) 1960-1970 рр. – характеризується масовим будівництвом систем переважно двосторонньої дії з гончарним дренажем і підґрунтовим зволоженням;

3) з 1970 р. – здійснювалось будівництво технічно-досконалих систем двобічної дії з закритим дренажем і закритими транспортуючими збирачами, а також польдерних дренажних систем з машинним водовідведенням. Ці системи будувались зі зворотним використанням води. Розроблялись проекти водозберігаючих систем.

Характерними системами такого типу є: Брегівська площею 72,5 тис. га, Верхньоприп'ятська площею 28,8 тис. га, система в заплаві р. Броварка площею 8,2 тис. га, система в заплаві р. Стубла



площею 19,5 тис. га, система в заплаві р. Клевень площею 3,1 тис. га й ін.

У зоні достатнього та надмірного зволоження площі осушуваних земель є Львівська (503,4 тис. га), Житомирська (401,4 тис. га), Волинська (402 тис. га), Рівненська (370,6 тис. га), Чернігівська (283 тис. га) області.

На осушуваних землях Закарпатської, Львівської, Івано-Франківської, Рівненської, Волинської, Житомирської областей збір зерна складає 50...90%, картоплі 30...55%, кормів 40...60%, овочів до 80% від валових показників.

Осушуваний гектар дає на 20...30% більше продукції рослинництва, ніж не меліоровані землі. Зволоження осушених земель в посушливі періоди вегетації підвищує врожайність сільськогосподарських рослин ще на 20...30%.

Згідно з міжнародними нормами для повного забезпечення населення України продовольчими товарами площа меліорованих земель повинна складати 8...8,5 млн. га.

В успіхах, що досягла меліорація земель, значна роль належить ученим. Основоположком меліоративної науки і її визнаним авторитетом є академік О.М. Костяков. З його ім'ям пов'язана розробка наукових основ меліорації земель, організація й здійснення планів меліоративного будівництва в державному масштабі.

Вершина творчої діяльності О.М. Костякова – його підручник «Основи меліорації», що витримав декілька видань (перше – в 1927р.) й досі залишається рекомендованим підручником з меліорації в вишах нашої країни та ряду інших країн. За обсягом поставлених питань та глибиною їх опрацювання він не має аналогів.

О.М. Костяков першим ввів основні поняття і терміни до науки та практики меліорації, що зберігають свою значимість і понині. До них відносяться: класифікація меліоративних систем (відправною ідеєю якої є нерозривність інженерних і агротехнічних заходів), види осушувальних меліорацій залежно від їхнього впливу на природні умови, норма осушення, гідромодуль та ін.

Ще в ті роки, коли меліоративні роботи проводилися лише на окремих земельних масивах, а перед наукою ставилися в першу чергу завдання раціоналізації проектування, будівництва й

експлуатації окремих систем, О.М. Костяков передбачав, що згодом постануть проблеми великомасштабної меліорації регіонів, що потребують пошуку біосферно-сумісних, екологічно-збалансованих технологій і засобів впливу людини на природні комплекси.

Тому й нині в якості відправних положень використовують велику й різноманітну наукову спадщину О.М. Костякова та роботи його соратників і учнів І.О. Шарова, О.Д. Брудастова, О.О. Черкасова, С.Ф. Авер'янова, Б.А. Шумакова та ін.

Значний вплив на розвиток науково-технічного прогресу сільськогосподарських гідротехнічних меліорацій здійснили також учені В.В. Докучаєв, А.А. Ізмаїльський, П.А. Костичев, В.Р. Вільямс, В.В. Подирьов, О.І. Воейков, М.О. Дімо, К.С. Веселовський, Б.Б. Шумаков, Б.С. Маслов, М.С. Григоров та ін. У вирішення загальних теоретичних та регіональних практичних проблем меліорації земель України значний внесок зробили А.М. Янголь, О.Я. Олійник, А. М. Алпатьєв, С. М. Алпатьєв, С. М. Перехрест, П.І. Коваленко, В. П. Остапчик, Д. А. Штойко, А. В. Новикова, С. Д. Лисогоров та багато інших.

Контрольні питання:

1. Сутність меліорації земель.
2. Перерахуйте основні типи меліорацій.
3. Який тип меліорації земель найбільш поширений в Україні?
4. Що розуміють під водними (гідротехнічними) меліораціями земель?
5. Назвіть основні види гідромеліорацій.
6. Окресліть ключові періоди розвитку гідромеліорацій на території України.
7. Назвіть найбільш відомих вчених, зокрема й українських, чия наукова та практична діяльність сприяла розвитку гідромеліорацій.



2.1. Водний режим ґрунтів. Вимоги сільськогосподарських культур до водного режиму

2.1.1. Водний режим ґрунтів

Для отримання високих і стійких урожаїв сільськогосподарських культур необхідно створювати оптимальні умови з усіх найважливіших для життя рослин факторів зовнішнього середовища: вологи, повітря, тепла та поживних речовин у ґрунті.

За допомогою меліоративних заходів регулюють водно-повітряний режим ґрунту, що призводить до покращення його поживного та теплового режимів.

Водний режим ґрунтів повинен забезпечувати оптимальні умови для росту сільськогосподарських культур і сприяти прохідності на полях сільськогосподарських машин.

У зв'язку з цим необхідний водно-повітряний режим ґрунту встановлюють для таких критичних періодів:

- 1) *основних сільськогосподарських робіт;*
- 2) *росту сільськогосподарських рослин (вегетаційний період);*

Періоди найбільшого перезволоження ґрунту — весняного сніготанення та літньо-осінніх злив і затяжних дощів — називаються **критичними**.

Необхідний водно-повітряний режим ґрунтів характеризується такими показниками: аерацією і вологістю, запасами ґрунтової вологи, нормами осушення, тривалістю поверхневого затоплення і підтоплення кореневмісного шару.

Аерація ґрунту повинна бути такою, при якій забезпечується вільний газообмін між ґрунтом та атмосферою. Оптимальний рівень аерації становить 20...40% шпаруватості ґрунту. При наявності у ґрунті повітря менше 15...20% об'єму його шпарин газообмін відбувається повільно, слабо розкладається органічна речовина, підвищується кислотність, розпочинаються процеси оглеювання, що призводить до зниження ефективної родючості.

Оптимальна вологість осушуваних ґрунтів у вегетаційний період становить 55...80% повної вологоємності. Більші значення (70..80%) відповідають вологолюбним рослинам (трави, овочі), менші (55...65 %) — зерновим та технічним культурам.

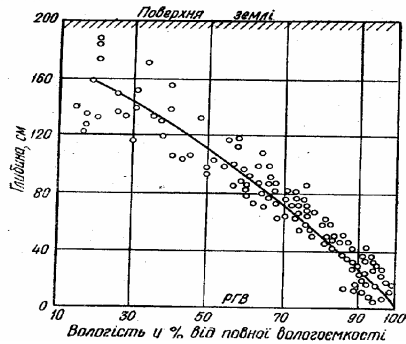


Рис. 2.1. Графік залежності вологості ґрунту від глибини стояння рівня ґрунтових вод

При відхиленні вологості ґрунтів від оптимальної більше як на 10...15% рослини потерпають або від нестачі або від надлишку вологи.

На осушуваних землях при близькому (1,0...1,3 м) заляганні ґрунтових вод до поверхні вологість кореневмісного шару визначається інтенсивністю капілярного підживлення вологи від ґрунтових вод та інтенсивністю випаровування її в атмосферу.

На рис. 2.1 зображено графік залежності вологості ґрунтів зони аерації від глибини стояння рівня ґрунтових вод.

При наявності такого зв'язку переходять від необхідної вологості ґрунтів до необхідної глибини стояння рівня ґрунтових вод або норми осушення.

2.1.2. Норма осушення

Норма осушення — це оптимальна глибина стояння рівня ґрунтових вод, від поверхні ґрунту під час осушування, яка забезпечує сприятливі умови для вирощування сільськогосподарських культур.

Термін «норма осушення» — універсальний показник водного режиму ґрунтів, його вперше застосував О.М. Костяков у 1915 році.



Норма осушення сільськогосподарських культур

Культура	Середні значення норми осушення, см		
	Передпосівний період	Перший місяць вегетації	Весь період вегетації
Зернові ярі	45...50	70...80	70...90
Зернові озимі	70...80	70...80	70...90
Конопля	50...60	70...85	85...105
Картопля, цукрові і кормові буряки	70...80	85...100	90...100
Овочі, соняшник, кукурудза на силос	50...60	70...80	80...100
Трави на сіно	40...50	50...60	60...75
Трави на випасання (пасовище)	50...60	65...70	70...80

Норма осушення залежить від:

1) виду сільськогосподарських культур (вологості ґрунту в зоні активного водоспоживання, глибини розміщення основної маси кореневої системи, що становить у середньому 0,5 м);

2) видів ґрунту і в першу чергу від висоти капілярного підняття води в ньому;

3) періоду вегетації (норми осушення встановлюють у посівний, вегетаційний та збиральний періоди);

4) кліматичних факторів під час росту рослин (опадів та випаровування).

Для рослин, які менш вимогливі до умов аерації і мають неглибоку кореневу систему та велике водоспоживання, норми осушення приймаються меншими. Вони менші для ґрунтів, що мають невелику висоту капілярного підняття (піщані ґрунти), а також у сухі та теплі періоди. Норми осушення за вегетаційний період (табл. 2.1) відносяться до середнього за вологістю року. У вологі роки для підтримання заданої вологості ґрунту норми осушення необхідно збільшити на 15...20%, а у посушливі –



Дослідження, проведені в останні роки, показали, що пониження рівня ґрунтових вод на величину, яка більша від середньовеgetаційних норм осушення, не приводить до значного зменшення врожаїв сільськогосподарських культур. Узагальнена крива зв'язку врожаїв з глибинами залягання ґрунтових вод (за Б.С. Масловим) наведена на рис. 2.2. На цій кривій можна виділити такі характерні ділянки і точки:

ділянка $0 - a$ – при таких глибинах залягання рівня ґрунтових вод через дефіцит у ґрунті повітря культурні рослини не розвиваються і не дають врожаїв;

ділянка $a - b$ – із збільшенням глибини залягання рівня ґрунтових вод збільшується врожайність сільськогосподарських культур завдяки поліпшенню водно-повітряного режиму ґрунту;

точка b – відповідає максимальній врожайності при оптимальній глибині осушення;

ділянка $b - в$ – спостерігається деяке (15...20%) зниження врожайності через нестачу вологи в окремі періоди вегетації;

ділянка $в - г$ – урожайність сільськогосподарських культур практично не залежить від глибини ґрунтових вод.

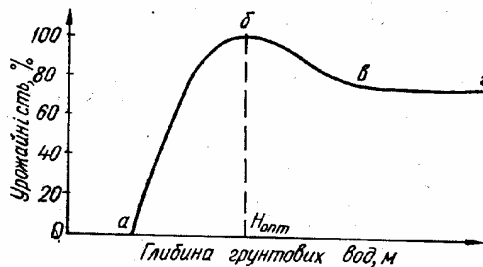


Рис. 2.2. Залежність урожайності сільськогосподарських культур від середньої за вегетаційний період глибини стояння рівня ґрунтових вод

У посівний період необхідно створювати достатню несучу здатність ґрунту для проходу тракторів. Для цього вологість верхнього (0...0,2 м) шару торфовищ повинна становити 70...75% повної вологоємності, що досягається при нормі осушення 50...60 см.



В осінній період збирання урожаю, який часто збігається з дощовим періодом, норма осушення повинна становити близько 70 см.

Норма осушення — простий та зручний показник водного режиму, але його не можна застосовувати для слабководопроникних важких мінеральних земель, на яких у кореневмісному шарі в періоди весняного сніготанення та літньо-осінніх дощів може утворюватись верховодка, не пов'язана з ґрунтовими водами. На таких землях встановлюється допустима тривалість перезволоження (підтоплення) кореневмісного шару, що не викликає вимокання посівів і зниження врожаїв сільськогосподарських культур.

Допустимі строки вивільнення орного (0...25 см) шару ґрунту від надлишкових вод такі: для зернових і овочевих культур — 1...2 доби, для багаторічних трав — 2...3.

З підорного (30...50 см) шару надлишкова вода повинна відводитись на наступні 2...3 доби, а з горизонту 50...80 см — ще за 4...5 діб.

Затоплення поверхні осушуваних земель допускається залежно від періоду року і характеру їх використання. У вегетаційний період затоплення без зниження врожаїв сільськогосподарських культур можливе не більше як на 0,5 доби для зернових, 0,8 — для овочевих культур і коренеплодів і 1,0...2,0 доби — для багаторічних трав.

Навесні не допускається затоплення озимих зернових. Луки залежно від складу травосуміші можуть затоплюватись на 10...25 діб. Чим менший шар затоплення і вища температура паводкових вод, тим коротший строк допустимого затоплення.

Встановлення і регулювання водного режиму ґрунтів є найважливішим фактором підвищення продуктивності меліорованих земель.

2.1.3. Водно-балансові розрахунки

Водний режим на меліорованих землях протягом року істотно змінюється і можливі його зміни необхідно встановлювати або прогнозувати раніше, на стадії проектування. Прогнозування зміни вологозапасів у ґрунті виконується для всіх сільськогосподарських культур, що вирощуються на осушуваних землях, для різних за



вологістю років. При встановленні потреби у додатковому зволоженні осушуваних земель водно-балансові розрахунки виконуються для середнього, сухого і сильнопосушливого вегетаційного періодів з забезпеченістю (ймовірністю перевищення) за опадами 50, 75 і 90%, а за дефіцитами вологості повітря — відповідно 50, 25 і 10%.

Для вегетаційного періоду розрахунок водного балансу кореневмісного шару ґрунту виконують за формулою:

$$\pm M = W_{np} + N_e - E, \quad (2.1)$$

де M – показник водного балансу, м³/га; при негативному його значенні ($-M$) у вегетаційний період буде спостерігатись дефіцит ґрунтової вологи і необхідне додаткове зволоження сезонною нормою M при позитивному значенні показника водного балансу у ґрунті буде надлишок вологи ($+M$), який необхідно відвести для підтримання у кореневмісному шарі ґрунту допустимих запасів вологи; W_{np} – запас продуктивної вологи у ґрунті на початок вегетаційного періоду, м³/га; N_e – ефективні опади за вегетаційний період, м³/га; це та частина опадів, яка надходить у ґрунт і збільшує запаси ґрунтової вологи; E – сумарне випаровування (водоспоживання) рослинами і ґрунтом за вегетаційний період, м³/га.

Складові рівняння водного балансу визначаються так.

1. Запас продуктивної вологи у розрахунковому шарі ґрунту, м³/га, на початок вегетаційного періоду визначають за формулою:

$$W_{np} = p H_p (\gamma_{поч} - \gamma_{мін}), \quad (2.2)$$

де p – шпаруватість ґрунту, % від об'єму; H_p – потужність розрахункового (кореневмісного) шару ґрунту, приймається, як правило, 1 м; $\gamma_{поч}$ і $\gamma_{мін}$ – середня для розрахункового шару у відсотках від повної вологості вологість ґрунту на початок вегетаційного періоду і найменша допустима у вегетаційний період.

2. Ефективні опади, м³/га, за вегетаційний період визначають за формулою:



$$N_e = 10(1-s)h_p = 10k_e h_p ; \quad (2.3)$$

$$1-s = k_e , \quad (2.4)$$

де 10 – переводний коефіцієнт від шару опадів (у мм) до об'єму води (у м³/га) 1 мм = 10 м³/га; s – коефіцієнт стоку; k_e – коефіцієнт використання опадів; h_p – розрахункові опади за вегетаційний період, мм.

Таблиця 2.2

Значення коефіцієнта a

Культури	Основна продукція	Коефіцієнт a , $\frac{м^3}{т}$	Культури	Основна продукція	Коефіцієнт a , $\frac{м^3}{т}$
Багаторічні трави	Сіно	187,5	Буряки цукрові	Корені	46,0
Багаторічні трави	Зелена маса	50,7	Буряки кормові	»	26,4
Кукурудза	Те ж	19,2	Капуста	Головки	36,3
Зернові ярі	Зерно	70,6	Морква	Корене-плід	38,2
Зернові озимі	»	70,6	Картопля	Бульби	57,1
Зернобобові	»	100,8	Томати	Плоди	24,3
Кормові коренеплоди	Корені	24,6	Льон	Волокно + зерно	580

3. Сумарне випаровування, м³/га, за вегетаційний період на осушуваних землях України рекомендується визначати за формулою А.М. Янголя:

$$E = aY + n \sum D_p , \quad (2.5)$$

де a – коефіцієнт, що залежить від виду сільськогосподарських культур (табл. 2.2); Y – проектна врожайність сільськогосподарських культур, т/га; n – коефіцієнт, що залежить



від середньої за вегетаційний період глибини залягання рівня ґрунтових вод H (табл. 2.3); $\sum D_p$ – сума середньодобових дефіцитів вологості повітря за вегетаційний період, мм.

Таблиця 2.3

Значення коефіцієнта n

H , м	n	H , м	n
0,6	5,2	0,9	3,1
0,7	4,4	1,0	2,7
0,8	3,8	1,1	2,3

На основі водно-балансових розрахунків встановлюють тип меліоративної системи та необхідну кількість води M для зволоження. Якщо для більшості сільськогосподарських культур величина M для середнього і сухого років негативна, то слід проектувати осушувально-зволожувальну систему двосторонньої дії, якщо величина M позитивна — осушувальну систему односторонньої дії, якщо значення M наближається до 0, то проектують осушувальну систему з попереджувальним шлюзуванням.

2.1.4. Встановлення необхідності і спрямованості меліоративних заходів

Гідромеліорації за спрямованістю поділяються на осушувальні та зволожувальні (зрошувальні).

Необхідність осушення земель встановлюється зіставленням необхідного та фактичного водних режимів у критичні періоди надлишкового зволоження. Якщо заплавні землі на тривалий час (понад 15...20 діб) затоплюються весняними водами або до посівного періоду, що визначається строками посівів ранніх ярих зернових, не забезпечуються відповідні норми осушення, то такі землі необхідно осушувати. Запізнення з початком посівних робіт, як видно з рис. 2.3, значно знижує врожайність сільськогосподарських культур.

Проте осушувати потрібно не при будь-якому перезволоженні земель. Якщо весняне затоплення триває не більше 10...15 діб і у



літньо-осінній період надлишкове зволоження не спостерігається, то на таких заплавах можна успішно вирощувати багаторічні трави, овочеві, технічні та інші сільськогосподарські культури. Такі землі не потребують осушення. Осушення заплавних слабо водопроникних мінеральних ґрунтів необхідно, коли у періоди літньо-осінніх дощів кореневмісний шар перезволожується на строк, що призводить до зниження врожаїв сільськогосподарських культур або навіть загибелі посівів.

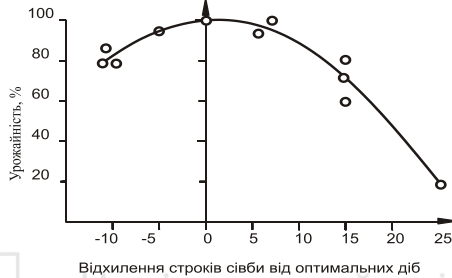


Рис. 2.3. Графік залежності врожайності сільськогосподарських культур від відхилення строків сівби від оптимальних

Ділянки, що вимагають осушення, визначаються за специфічним рослинним покривом і ґрунтовими процесами. Де спостерігається тривале перезволоження, там виростає типова вологолюбна або болотна рослинність і відбуваються процеси оглеєння ґрунтів.

Водний режим ґрунтів встановлюється для розрахункових періодів, що характеризуються певною забезпеченістю — ймовірністю перевищення розглянутої величини, що дорівнює 5...10%. Це означає, що у 5..10% випадків (1 раз за 10...20 років) необхідний водний режим не буде забезпечений у розрахункові строки. У сухіші роки відведення надлишкової води буде відбуватись у більш стислі строки.

Коли за допомогою меліоративної системи або без неї до початку посівних робіт забезпечується необхідна норма осушення, то в наступний вегетаційний період при перевищенні випаровування над опадами рівні ґрунтових вод звичайно знижуються і навіть у більш вологі роки встановлюються не вищі мінімально допустимих. У сухіші роки, як показують водно-балансові розрахунки, на торфових ґрунтах Полісся України спостерігається дефіцит ґрунтової вологи, що у середні роки



Контрольні питання:

1. Якими показниками характеризується оптимальний водно-повітряний режим?
2. Для яких періодів встановлюють необхідний водно-повітряний режим?
3. Назвіть періоди найбільшого перезволоження ґрунту.
4. Вкажіть оптимальну величину аерації і вологості осушуваних ґрунтів у вегетаційний період.
5. Що таке норма осушення?
6. Від чого залежить норма осушення?
7. Наведіть формулу розрахунку водного балансу кореневмісного шару ґрунту для вегетаційного періоду.
8. Перерахуйте складові рівняння водного балансу для вегетаційного періоду.
9. Як встановити необхідність в осушенні земель?
10. Для якої забезпеченості атмосферних опадів та дефіцитів вологості повітря виконуються водно-балансові розрахунки?

2.2. Види заболочених земель та їх характеристика. Типи водного живлення методи і способи осушення

2.2.1. Заболочені землі та їх характеристика

Зовнішньою ознакою земель, для нормального використання яких необхідні осушувальні меліорації, є надлишкова зволоженість кореневмісного шару.

Надлишково зволожені землі, за А.Д. Брудастовим, поділяються на три види: мінеральні надлишково зволожені, болота і заболочені.

Мінеральні надлишково зволожені землі – це землі, більша частина твердої фази яких представлена мінеральною речовиною — піщаними, глинистими або пилуватими часточками. Слід розрізняти мінеральні надлишково зволожені землі тимчасового та постійного надлишкового зволоження: слабо-, середньо- та добреводопроникні.



До тимчасово надлишково зволжених земель належать також заплави річок, що періодично затоплюються весняними або літніми паводковими водами.

Замкнуті пониження у заплавах річок, ділянки, що звожуються напірними ґрунтовими водами, а також землі, що підтоплюються, у зонах водосховищ та озер належать до постійно надлишково зволжених земель.

Мінеральні землі характеризуються рядом водно-фізичних властивостей: водопроникністю, вологоємністю, механічним (гранулометричним) складом, щільністю, шпаруватістю, пластичністю та ін..

Основною ознакою боліт і заболочених земель, яка відрізняє їх від інших видів земельних угідь є наявність на їх поверхні шару торфу.

Торф – це органічна маса, що утворюється в результаті відмирання і неповного розкладання рослинних залишків в анаеробних умовах.

Болотом називається частина земної поверхні, що характеризується сильним застійним або слабко проточним режимом зволоження верхніх горизонтів ґрунту, на якій виростає типова болотна рослинність, відбувається процес торфонакопичення, і потужність торфу в неосушеному стані становить понад 30...50 см.

Ґрунти з шаром торфу до 50 см називають **заболоченими**.

Торф'яні ґрунти характеризуються рядом специфічних фізичних та хімічних властивостей, які різко відрізняють їх від мінеральних ґрунтів.

Основні властивості та характеристики торф'яних ґрунтів:

1. **Ботанічний склад торфу** показує, з яких рослин утворився торф. На болотах велика різноманітність рослин, але не всі вони беруть участь в утворенні торфу. Наприклад, квіти повністю розкладаються і в торфі їх немає. Утворюють торф рослини, до складу яких входить лігнін, що перешкоджає розкладанню рослин та консервує їх.

Торф складається з залишків деревної рослинності, кущів, трав'янистої рослинності, моху гіпнового (зеленого), сфагнового (білого) та ін.



2. **Ступінь розкладання торфу** показує вміст у торфі рослинних залишків, що розклалися, визначається візуально, а результат виражається у відсотках.

За ступенем розкладання розрізняють: **слабкорозкладені торфовища** – коли велика частина (> 60%) рослинних залишків не розклалися, а зберігається у вигляді стовбурів дерев, стеблин та листків рослин; **серодньорозкладені торфовища** – з ступенем рослинних залишків, що збереглися, від 40 до 60% і **добре розкладені торфовища** – коли більша частина (< 40%) рослинних залишків розклались і являє собою безструктурну масу.

Ботанічний склад і ступінь розкладання торфу впливають на стійкість каналів.

3. **Зольність торфу** – показує вміст у торфі мінеральних речовин (золи при згорянні) у відсотках. Торфовища з великою зольністю краще застосовувати для вирощування на них сільськогосподарських культур, а з меншою зольністю – на паливо.

4. **Потужність торфу**: торфовища поділяються на малопотужні з шаром торфу до 1 м, середньопотужні – 1...2 м торфу і потужні – понад 2 м торфу.

5. **Велика вологість і вологоємність торфу** у природному стані. Неосушений торф має за об'ємом 88...97% води, 2...10% сухої речовини і 1...7% газів.

Торфовища мають високу **вологоємність** — здатність поглинати велику кількість води (торф при цьому набухає) і добре утримує її, що є однією з причин постійного або тривалого перезволоження боліт.

6. **Осідання торфу у процесі осушення** — це ущільнення торф'яного перелогу при видаленні з нього води. Осідання торфу може спостерігатися протягом тривалого часу (до 15...20 років), але основна частина його відбувається у перші 2...3 роки. Величина осідання торфу (зменшення потужності) може досягати 10...15% для щільних торфовищ і 25...40% для пухких. Наприклад, на глибоких торфовищах у заплаві річки Ромен (Сульське дослідне поле) осідання болота за перші три роки після осушення становило 0,8 м, у наступні роки процес осідання майже не відбувався.

7. **Просідання торфу** — ущільнення торф'яного перелогу під дією зовнішніх навантажень — дамб, дорожнього полотна, важких машин.



8. **Водопроникність торфових ґрунтів.** Для торфовищ характерна підвищена водопроникність у горизонтальному напрямку, наявність великих пор і ходів у місцях стеблин, коренів, що розклалися.

Коефіцієнт фільтрації торфу до осушення становить в середньому від 0,2 до 2,0 м/доб, в процесі осушення та ущільнення торф'яного перелогу він може зменшуватись у 2...3 рази і більше.

Торфовища неоднорідні за глибиною, у підшві перелогу вони можуть бути сильно замулені і менш водопроникні.

Торф'яні ґрунти відрізняються також низькою міцністю при прохідності машин, підвищеною кислотністю та ін.

Умови та причини утворення боліт. Утворення боліт обумовлюється характером ґрунтоутворюючих процесів, а також гідрографічними та гідрогеологічними факторами. Болота почали утворюватись у післяльодовиковий період. Прийнято розрізнати два основних типи заболочування та болотоутворення:

- заболочування суші;
- заторфовування водоймищ.

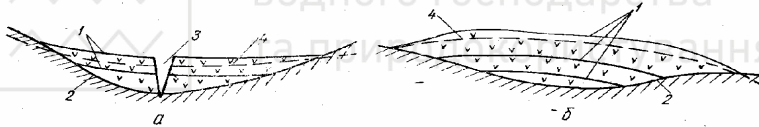


Рис. 2.4. Розрізи боліт:

а – низинних; б – верхових; 1 – поверхня болота на різних фазах розвитку; 2 – мінеральне дно; 3 – ріка; 4 – рівень ґрунтових вод

Заболочування суші може відбуватися на заплавах земель при застоюванні на них (у першу чергу у притерасних пониженнях) паводкових вод або на плоских незаплавних територіях, на яких в результаті підзолистого процесу ґрунтоутворення утворюється глейовий горизонт і спостерігається поверхнєве заболочування атмосферними водами. У початковий період заболочування у ґрунті утворюються анаеробні умови і підвищується вміст органічної речовини, болото має ввігнуту або плоску форму (низинне болото). Потім прогресивно наростає торф'яний горизонт (з середньою швидкістю 1 мм за рік), і низинне болото може набути випуклої форми (верхове болото).



Заростання водоймищ починається з утворення сапропелю (мулу, що гниє, зеленуватої, драглистої маси). На сапропелі, починаючи від берегів, виростають земноводні рослини (очерет, рогіз, хвощ), які після відмирання заповнюють басейн. Поряд з глибоким заростанням водоймищ часто і на їхній поверхні утворюються плаваючі торф'яні килими. Поступово все водоймище заповнюється торфом.

Болота, залежно від розташування, стадії розвитку, умов живлення водою та зольними елементами поділяються на три типи: низинні, перехідні та верхові (рис. 2.4).

Низинні торфово-осокові та торфово-гіпнові болота утворюються головним чином у заплавах річок. Низинний торф характеризується підвищеною зольністю (5...20%), великим ступенем розкладання органічної речовини, меншою вологоємкістю, високим вмістом поживних речовин та слабкокислою реакцією. Такі низинні болота найцінніші для вирощування сільськогосподарських культур.

Верхові мохові болота утворюються на вододільних рівнинах. Верховий торф характеризується пониженою зольністю (менше 3 %) підвищеною вологоємкістю, бідністю на поживні речовини та кислою реакцією (pH не більше 3,5...4,5). Тому верхові болота не придатні для вирощування сільськогосподарських культур. Їх можна застосовувати під торфорозробки.

Перехідні болота утворюються на схилах, у місцях вклинювання ґрунтових вод. За своїми характеристиками вони є перехідними від низинних до верхових боліт.

2.2.2. Типи водного живлення та причини надлишкового зволоження

Надлишкове зволоження земель відбувається під дією комплексу зональних факторів, головними з яких є клімат, геологічна будова, рельєф і гідрологічні умови місцевості.

Клімат — зональна умова, в основі якої закладені атмосферні опади та випаровування з поверхні ґрунту і рослинами. Тому у зоні надлишкового зволоження, де опади N перевищують сумарне випаровування (водоспоживання) E_c , тобто $N/E_c > 1$, розміщено понад 70% всіх перезволожених земель.



виявляє великий вплив на водний режим території. Найбільш заболочені великі впадини і пониження земної поверхні, складені потужною товщею осадових порід, в які стікають поверхневі та підземні води з прилеглих підвищень. Ці води є додатковими до атмосферних опадів джерелами надлишкового зволоження. До таких крутих понижень належать Білоруське та Українське Полісся, Мещерська, Барабинська, Колхідська та інші низини.

Геологічні умови визначають рельєф місцевості, ступінь його розчленованості та природної дренажності території, а також гідрогеологічні умови.

Рельєф місцевості також істотно впливає на заболоченість ґрунту. Його прояви особливо доступні візуальним спостереженням. У зоні (регіоні) надлишкового зволоження менше заболочені підвищені елементи рельєфу (водорозділи, круті схили), з яких атмосферні опади стікають у вигляді поверхневого стоку, перезволожуючи тим самим понижені території. Найбільш заболочені безстічні, слабо проточні пониження та безпохилі рівнини, на яких застоюються поверхневі води, особливо при недостатній природній дренажності території.

Природна дренажність характеризується густиною річкової мережі, її глибиною, похилами поверхні землі, водопроникністю ґрунтів та порід, що їх підстилають. Заболоченість території тим менша, чим більша густина річкової мережі, чим глибші річки та струмки, чим більша водопроникність ґрунтів. Істотний вплив виявляє і похил поверхні землі: чим він менший, тим більша її частина зазнає перезволоження і заболочення.

Літологічні умови характеризують будову ґрунтів і порід, що їх підстилають, які впливають на формування надлишкової вологи. Добре проникні ґрунти (піски, супіски) рідко бувають надлишково зволоженими, оскільки атмосферні опади швидко ними поглинаються і не перезволожують ґрунт.

Проте на важких ґрунтах (глини, суглинки), особливо при несприятливих умовах для поверхневого стоку, вода застоюється і тривалий період ґрунт перезволожений. При неоднорідній літологічній будові, коли добре проникні ґрунти перешаровуються з погано проникними, на останніх як на водоупорах вода на тривалий період застоюється, формуючи безстічну верховодку. На болотах



надлишкова зволоженість і характер її формування залежать від будови ложа болота (пологе або круте), прилеглих схилів, що впливає на інтенсивність водно-мінерального живлення болотних вод.

Гідрогеологічні умови характеризують перезволоженість ґрунту за ознакою залягання рівня ґрунтових вод, що формуються за рахунок поглинутих атмосферних опадів.

Причиною накопичення води можуть бути напірні, артезіанські води, що знаходяться у водоносних горизонтах, перекритих слабопроникними водоупорними шарами. Підживлення ґрунту цими водами через відносні водоупори відбувається під дією природного напору. Інтенсивність ґрунтово-напірного живлення прямо пропорційна напору, водопроникності ґрунтів і висоті капілярного підняття ґрунту.

Перезволоження ґрунтів може бути викликане і діяльністю людини (антропогенне заболочення): затоплення земель при спорудженні водосховищ, каналів міжбасейнових перекидок стоку і зрошувальних та обвідних каналів, заболочування лісових вирубок (за рахунок усунення біологічного дренажу).

Для застосування найефективніших меліоративних заходів необхідно знати умови водного живлення і причини надлишкового зволоження ґрунтів.

Важливою характеристикою є тип водного живлення, що разом з іншими умовами місцевості визначає перезволоженість земель (рис. 2.5).

Виділяють такі типи водного живлення:

1) **атмосферні опади**;

2) **ґрунтові води**, що поділяються на такі: а) безнапірні, що надходять на понижені ділянки з боку схилів; б) напірні, що надходять знизу через «вікна» (розмиви) водонепроникної товщі або під тиском просочуються через слабопроникний шар (капілярне підживлення);

3) **поверхні води**, що поділяються на такі: а) руслові або алювіальні, що надходять на заплави з річок під час розливів; б) схиліві або делювіальні, що надходять з прилеглих водозборів у період сніготанення та злив;



4) **інфільтраційні води** – просочуються з водосховищ, озер і річок при високому положенні рівнів води у них. Цей тип водного живлення виникає в основному завдяки діяльності людини.

Розглянемо прояви типів водного живлення на різних елементах рельєфу річного водозбору.

На водорозділах основним типом водного живлення є атмосферні опади, що можуть стікати по схилах, випаровуватись або просочуватись у глибину.

На ділянках з малими похилами та глинистими слабопроникними ґрунтами атмосферні опади застоюються на поверхні (головним чином у мікропониженнях) і в орному шарі, періодично утворюючи верховодку. Атмосферний тип водного живлення проявляється також на плоских рівнинах.

У середніх терасах до атмосферного типу водного живлення додаються поверхневі води та ґрунтові безнапірні води, що надходять із схилів, які розміщені вище.

У заплавах річок живлення здійснюється за рахунок атмосферних опадів, ґрунтового безнапірного (а іноді й напірного) живлення, а також за рахунок наливних і схилових вод. Тут найскладніший водний режим. Характерною ознакою заплавних водопроникних земель є близьке до поверхні землі залягання рівня ґрунтових вод.

Високе положення рівня ґрунтових вод спостерігається також у замкнених басейнах, розміри яких можуть досягати сотень тисяч гектарів (наприклад, Поліська низовина).

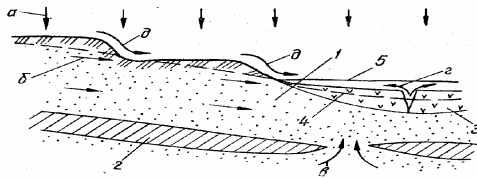


Рис. 2.5. Схеми різних типів водного живлення:

- a* – атмосферні опади; *б* – ґрунтові безнапірні води; *в* – ґрунтові напірні води;
г – наливні руслові води; *д* – наливні схилові води;
1 – водоносний пласт; 2 – водотривкий шар; 3 – торф; 4 – побутовий рівень води; 5 – паводковий рівень води

Таким чином, основними причинами надлишкового зволоження слабопроникних ґрунтів є уповільнений поверхневий стік, водопроникних ґрунтів — високе стояння рівня ґрунтових вод і



уповільнений поверхневий стік, а для заплавлених земель — затоплення їх під час паводків через малу пропускну здатність русла існуючого водотоку.

2.2.3. Методи і способи осушення

У меліоративній практиці застосовують два терміни: метод осушення і спосіб осушення.

Методи осушення визначають основні шляхи усунення надлишкової зволоженості земель (або принципи дії на водний режим). Вони призначаються залежно від типів водного живлення та причин надлишкового зволоження.

Застосовуються такі основні методи осушення:

1) **зниження рівня ґрунтових вод** – на об'єктах ґрунтового безнапірного водного живлення на водопроникних ґрунтах;

2) **зниження напірності ґрунтових вод** – на об'єктах ґрунтового напірного водного живлення;

3) **прискорення стоку поверхневих вод** і відведення води з орного горизонту – на об'єктах атмосферного водного живлення на водорозділах і пологих схилах з важкими за механічним складом слабководопроникними ґрунтами та на об'єктах, що перезволожуються паводковими водами;

4) **огородження осушуваної території** від припливу з боку поверхневих та ґрунтових вод.

Способи осушення – це технічні заходи, за допомогою яких забезпечується боротьба з надлишковим зволоженням земель; вони залежать від методів осушення, господарського використання території, економічних можливостей, досягнень науки і техніки.

У наш час осушення виконують такими основними способами:

1) **закритим горизонтальним дренажем**; 2) **відкритими каналами**; 3) **нагірними каналами**; 4) **ловильними каналами або дренами**; 5) **вертикальним дренажем**.

Всі розглянуті методи і способи осушення земель необхідно застосовувати у комплексі з такими заходами:

1) регулюванням річок-водоприймачів з метою поліпшення умов пропуску паводків на заплавах;

2) регулюванням (затриманням) стоку на водозборі і у верхів'ї річки за допомогою будівництва ставків та водосховищ, створення

3) агро меліоративними заходами, спрямованими на прискорення поверхневого стоку або підвищення водопроникності осушуваних земель.

Контрольні питання:

1. Вкажіть, у чому відмінність боліт, заболочених та перезволожених земель?
2. Що називається болотом?
3. Назвіть фактори, під дією яких відбувається надлишкове зволоження земель.
4. Назвіть основні типи водного живлення надлишковозволожених земель. Наведіть схеми, що описують розташування таких земель.
5. Перерахуйте основні недоліки перезволожених земель з точки зору сільськогосподарського виробництва.
6. Назвіть основні причини надлишкового зволоження ґрунтів.
7. Що таке метод осушення?
8. Що таке спосіб осушення?
9. Назвіть та опишіть основні методи осушення.
10. Назвіть та опишіть основні способи осушення.

2.3. Осушувальні системи

2.3.1. Загальна характеристика осушувальної системи

Осушувальна система – це гідромеліоративна система для осушування земель.

Гідромеліоративна система – це комплекс технологічно пов'язаних між собою гідротехнічних споруд та технічних засобів для здійснення водної меліорації у межах визначеної території

Гідромеліоративні системи поділяються на такі типи:

1. **За характером дії на водний режим ґрунту:** а) **осушувальні системи односторонньої дії**, що забезпечують тільки відведення надлишкової вологи із кореневмісного шару ґрунту; б) **осушувальні системи з попереджувальним иллюзуванням**, що забезпечують відведення надлишкової вологи і часткове затримання власного



стоку води в каналах для уповільнення зниження рівня ґрунтових вод; в) **осушувально-зволожувальні системи**, що забезпечують створення і підтримання протягом всього вегетаційного періоду оптимального водного режиму у кореневмісному шарі шляхом своєчасного відведення з нього надлишкової вологи і подачі у посушливі періоди вегетації води, необхідної для зволоження цього шару.

2. **За способом відведення надлишкових вод** з осушуваної території у водоприймач: а) **самопливні**, коли вода, яку збирають осушувальною мережею, скидається у водоприймач самопливом; б) **з машинним водопідйомом**, коли з осушувальної мережі у водоприймач вода перекачується насосами; в) **змішані**, коли у періоди паводків вода перекачується насосами, а в інший час скидається самопливом.

3. **За конструкцією**: а) **відкриті системи**, у яких вся осушувальна мережа виконується у вигляді відкритих каналів; б) **закриті системи**, у яких вся осушувальна мережа виконується закритою; в) **комбіновані системи**, у яких осушувальна мережа є як закритою, так і відкритою.

4. **За розміщенням осушувальної мережі на місцевості**: а) горизонтальні; б) вертикальні.

Сучасні меліоративні системи за характером дії на водний режим ґрунтів проектуються, як правило, осушувально-зволожувальними, за конструкцією — комбінованими.

В Україні при осушенні річкових заплавл та територій, що прилягають до водосховищ і озер, в останні роки все частіше проектують польдерні осушувальні системи з машинним або змішаним способами відведення надлишкових вод.

До складу гідромеліоративних систем на осушуваних землях входять такі основні елементи.

1. **Водоприймач** (ріка, озеро та ін.) – призначений для прийому води з осушуваної території.

2. **Осушувальна мережа**, що за призначенням поділяється на **регулюючу, огороджуючу та провідну**.

Регулююча осушувальна мережа призначена для відведення з кореневмісного шару надлишкових вод і підтримання у ньому оптимального водно-повітряного режиму.

Провідна осушувальна мережа (магістральні канали, відкриті і закриті колектори та ін.) збирає надлишкову воду з регулюючої і огорожувальної мереж і доставляє її за межі осушуваної території у водоприймач.

Огороджувальна осушувальна мережа (нагірні та ловильні канали, ловильні горизонтальні і вертикальні дрени та ін.) призначена для захисту осушуваної території від припливу надлишкових поверхневих і ґрунтових вод зі сторони.

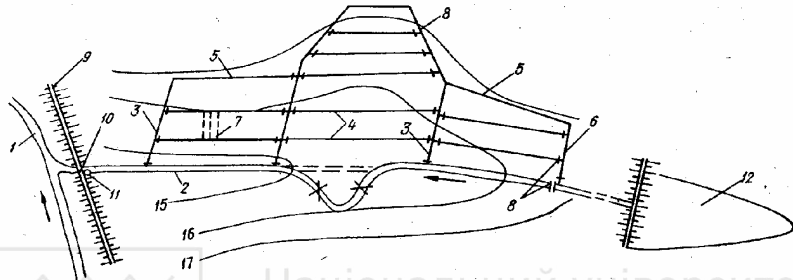


Рис. 2.6. Схема осушувально-зволожувальної системи на заплавах торфових землях:

- 1 – річка-водоприймач; 2 – магістральний канал; 3 – транспортуючі збірники; 4 – відкриті колектори; 5 – нагірно-ловильні канали; 6 – зволожувальний канал; 7 – кротові дрени; 8 – шлюзи-регулятори; 9 – захисна дамба; 10 – випускний шлюз; 11 – насосна станція; 12 – водосховище

3. **Зволожувальна або зрошувальна мережа** (зрошувальні канали і трубопроводи та ін.), що забезпечує подачу води у кореневмісний шар ґрунту в посушливі періоди. Зрошувальна мережа може обладнуватись дощувальними машинами.

4. **Гідротехнічні споруди** на осушувальній та зволожувальній мережі (шлюзи, перепади, швидкотоки, насосні станції, колодязі та ін.), призначені для керування потоком води у каналах і трубопроводах.

5. **Водосховища** – проектуються для регулювання стоку і забезпечення зволоження осушуваних земель.

5. **Дамби обвалування** – забезпечують захист осушуваних земель від затоплення з боку водосховищ, озер або річок-водоприймачів.

7. **Дорожня мережа** – служить для проїзду транспорту і сільськогосподарських машин на осушувальній системі.



8. **Природоохоронні споруди і пристрої** – застосовуються для охорони ґрунтового покриву, тваринного і рослинного світу, рекреаційного та інших видів несільськогосподарського використання земель; включають: лісові смуги, охоронні зони, пляжі, підживлювальні і скидні канали для водоймищ, пішохідні містки, мости-переходи для диких тварин та ін.

9. **Експлуатаційні споруди і пристрої** (спостережні свердловини, гідрометричні пости, будівлі, засоби зв'язку, телемеханіки і автоматики та ін.) – забезпечують керування водним режимом ґрунтів і контроль над ним, а також підтримання гідромеліоративної системи у справному стані.

Осушувальна система може включати всі перелічені елементи або тільки деякі з них за потребою.

Конструкція гідромеліоративної системи повинна передбачати її удосконалення у майбутньому.

Типові схеми гідромеліоративних систем зображені на рис. 2.6 і 2.7.

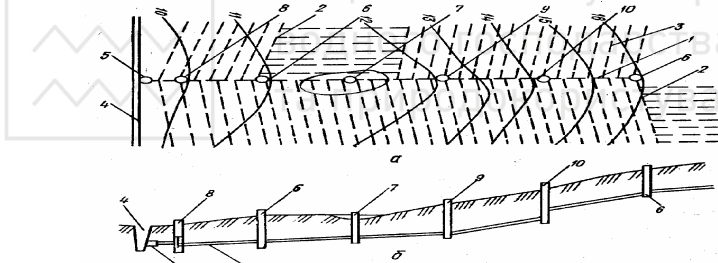


Рис. 2.7. Схема закритої дренажної системи:

- a* – план системи; *б* – розріз по дренажному колектору; 1 – колектор I порядку; 2 – колектор II порядку; 3 – дрена; 4 – відкритий канал-водоприймач; 5 – гирло; 6 – колодязь з'єднувальний; 7 – колодязь-поглинач; 8 – колодязь-регулятор; 9 – колодязь-відстійник; 10 – колодязь-перепад

2.3.2. Регулювальна мережа

Регулювальна мережа призначена для відведення з ґрунту надлишкової вологи і підтримання в ньому необхідного водно-повітряного режиму.

Регулювальна мережа за принципом дії поділяється на дренажну, що забезпечує своєчасне зниження рівня ґрунтових вод до норми



осушення, і збиральну, що забезпечує відведення надлишкових поверхневих вод і вод з орного горизонту у задані строки.

Мережа для зниження рівня ґрунтових вод проектується на порівняно водопроникних ґрунтах (з коефіцієнтом фільтрації у верхньому метровому шарі понад 0,05 м/доб); мережа для прискорення поверхневого стоку використовується при осушенні важких за механічним складом ґрунтів. Ці види мереж відповідають двом основним методам осушення.

За конструкцією регульовальна мережа виконується **відкритою** (канали) або **закритою** (закритий дренаж).

За розміщенням на місцевості мережа може бути **систематичною** при осушенні всієї території або **вибірковою** для осушення окремих ділянок.

За розташуванням відносно горизонту поділяються на **горизонтальну та вертикальну**.

Переваги і недоліки відкритої і закритої регульовальної осушувальної мережі. Відкриті регульовальні канали прості за конструкцією і дешеві у будівництві. Але вони мають ряд значних недоліків: 1) разом зі смугами відчуження займають значну частину осушуваної площі (до 15...20%), у зв'язку з чим знижується коефіцієнт земельного використання – КЗВ; 2) ускладнюють роботу сільськогосподарських машин і знижують їх продуктивність; 3) при осушенні відкритими каналами потрібно багато споруд – шлюзів-регуляторів і переїздів; 4) канали є розсадниками бур'янів; 5) значні експлуатаційні витрати на обслуговування.

Тому використання відкритої мережі у наш час обмежене.

При влаштуванні закритої осушувальної мережі не буде втрат площ і підвищується КЗВ, немає перепон щодо механізації сільськогосподарських робіт, полегшується внутрішньогосподарське землевпорядкування, скорочується кількість споруд на відкритих каналах.

До недоліків закритої мережі належать: 1) повільне відведення поверхневих вод; 2) висока вартість будівництва.

Незважаючи на ці недоліки закритий дренаж є основним способом осушення сільськогосподарських угідь.

Зниження рівнів ґрунтових вод у водопроникних ґрунтах відбувається за рахунок створення за допомогою штучних дрен або каналів різниці напору, в результаті якої відбувається відтік води з

грунту. Грунтові води рухаються у бік дрен за лініями течії, розміщеними перпендикулярно до лінії однакового напору (рис. 2.8).

Швидкість руху ґрунтових вод, м/с, визначається за формулою Дарсі

$$V = ki = k(\Delta h / \Delta S), \quad (2.6)$$

де k – коефіцієнт фільтрації, м/с; i – градієнт напору ґрунтових вод, який визначається як $(\Delta h / \Delta S)$; Δh – спад напору за довжиною ΔS .

Питомий приплив на одиницю довжини дрени або каналу з одного боку q , м²/с, визначається за формулою: при інфільтраційному живленні (рис. 2.9, а).

$$q = kB(h^2 - h_0^2) / S \quad (2.7)$$

при ґрунтовому живленні (рис. 3.4,б)

$$q = kB(h^2 - h_0^2) / 2S, \quad (2.8)$$

де h – напір між дренами; h_0 – напір над дренами, м; S – напіввідстань між дренами, м; B – коефіцієнт висячості або збільшення припливу.

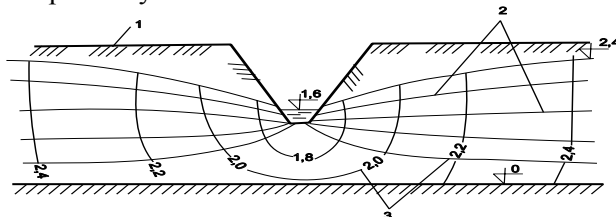


Рис. 2.8. Схема руху ґрунтових вод до дренажного пристрою: 1 – крива депресії; 2 – лінії токів; 3 – лінії однакового напору

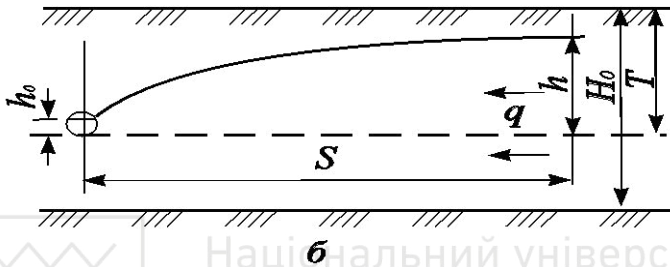
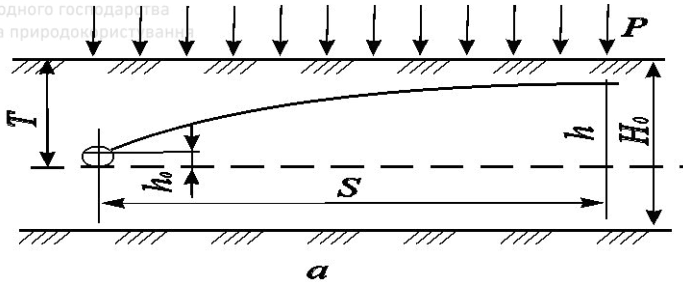


Рис. 2.9. Схема до розрахунку притоку води до дрен:
а – при інфільтраційному живленні; б – при ґрунтовому живленні

Для довершених дрен, що лежать на водоупорі, коли $H_0 = T, B = 1$. Для недовершених дрен, коли водоупор міститься нижче дрен, коефіцієнт висячості можна визначити за формулою В. С. Козлова:

$$B = 1 + 5.5 \sqrt{(H_0 - T) \cdot H_0 \cdot r_0 / T}, \quad (2.9)$$

де H_0 – потужність водопроникного шару, м; при великій потужності водопроникних ґрунтів рекомендується приймати $H_0 = 4 \dots 6$ м; T – глибина закладання дрен, м; r_0 – зовнішній радіус дрен, м.

Глибина закладання регулювальних дрен повинна бути більшою від необхідного зниження рівня ґрунтових вод (норми осушення) внаслідок спаду депресійної кривої від міждрення до дрен (рис. 2.10). При цьому необхідна глибина закладання дрен T , м, визначається за залежністю $T = H_{noc} + h_2 T$, де H_{noc} – норма осушення в посівний період, для сільськогосподарських культур ранньої весняної сівби приймається $0,45 \dots 0,6$ м; h_2 – спад



депресійної кривої від міждрення до дрен, що залежить від інтенсивності відведення дренажних вод і відстані між дренами, на кінець передпосівного критичного періоду становить у середньому 0,3...0,5 м.

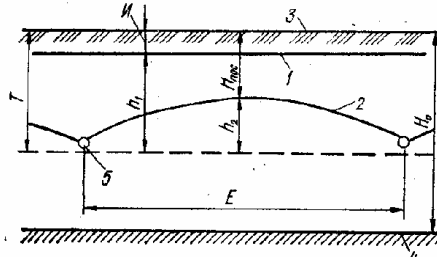


Рис. 2.10. Схема до розрахунку глибини закладання дрен і відстані між ними:

- 1 – рівень ґрунтових вод на початку розрахункового періоду;
- 2 – те саме в кінці розрахункового періоду; 3 – поверхня землі;
- 4 – водоупор; 5 – дрена

Глибина закладання матеріальних дрен, крім того, повинна бути більша від глибини промерзання ґрунтів у даній місцевості, інакше дрени будуть закупорюватись льодом, тривалий час не будуть працювати і швидше зруйнуються.

У торф'яних ґрунтах глибину закладання дрен збільшують на величину осідання і спрацювання торфу.

Оптимальну глибину закладання гончарних і пластмасових дрен у польових сівозмінах на мінеральних ґрунтах і в торфовищах після їх осідання приймають 1,0...1,2 м, у садах — 1,2...1,4 м. Середня глибина закладання кротових дрен у торф'яних ґрунтах — 0,8...1,0 м. Мінімальна глибина закладання кротових дрен — 0,6...0,7 м (при меншій глибині кротові дрени будуть протискуватись машинами, що проходять поверхнею); для гончарних і пластмасових дрен при перетині ними окремих мікропонижень мінімальну глибину приймають 0,8 м. Для запобігання нерівномірності осушення максимальна глибина закладання дрен не повинна перевищувати середню більше як на 0,3...0,4 м.

Відстань між дренами встановлюється розрахунком і корегується дослідними даними існуючих осушувальних систем, побудованих в



аналогічних умов, та рекомендаціями науково-дослідних організацій.

Відстань між дренами залежить від: 1) водно-фізичних властивостей ґрунтів і в першу чергу від коефіцієнта фільтрації k і коефіцієнта водовіддачі β ; 2) глибини закладання дрен T ; 3) норми осушення $H_{ін}$; 4) розрахункового часу t_p , за який необхідно забезпечити зниження рівня ґрунтових вод на $H_{нос}$; 5) від кліматичних факторів і, в першу чергу, від опадів N та випаровування e ; 6) від місцевих умов – похилів поверхні землі, місця розташування дренажу на схилі та ін.

Відстань між довершеними дренами (що прорізають весь водопроникний шар ґрунтів і лежать на водоупорі) визначають за формулами:

О. М. Костякова

$$E_{дов} = 2\sqrt{kt_p h_1 h_2 / \phi\beta(h_1 - h_2)}; \quad (2.10)$$

А. М. Янголя

$$E_{дов} = 2\sqrt{kt_p h_1 h_2 / \phi\beta(h_1 - h_2 + N - e)}; \quad (2.11)$$

Й. Роте

$$E_{дов} = 2h_{cp} \sqrt{k / P_{cp}}, \quad (2.12)$$

де $E_{дов}$ – відстань між довершеними дренами, м; k – коефіцієнт фільтрації водопроникного шару ґрунтів, м/добу; t_p – розрахунковий час зниження рівня ґрунтових вод посередині між дренами від u до $H_{нос}$, приймається для умов України 10...15 діб; u – глибина стояння рівня ґрунтових вод на початку розрахункового передпосівного періоду, становить 0...0,1 м, $H_{нос}$ – необхідна глибина стояння рівня ґрунтових вод (норма осушення) посередині між дренами на кінець передпосівного



періоду, приймається 0,45... 0,6 м; T – середня глибина закладання дрен, м; h_1 – напір води на початку розрахункового періоду, $h_1 = T - u$; h_2 – напір наприкінці розрахункового періоду, $h_2 = T - H_{noc}$; h_{cp} – середній за розрахунковий період напір між дренами, м; φ – коефіцієнт, що враховує кривизну депресійної поверхні, у розрахунках приймають звичайно 1,0; β – коефіцієнт водовіддачі ґрунту; N – опади за розрахунковий період, м; e – випаровування за розрахунковий період, м; P_{cp} – середній за розрахунковий період приплив води до дрен, м/добу.

Середній за розрахунковий період напір визначається

$$h_{cp} = (h_1 + h_2) / 2 = (T - u + T - H_{noc}) / 2 = T - (u + H_{noc}) / 2. \quad (2.13)$$

Середній за розрахунковий період приплив до дрен, м/добу, можна визначити так $P_c = h_p / t_p$, де h_p – кількість води, яка підлягає відведенню дренажем за розрахунковий період t_p ; виражається шаром води, м, і визначається за формулою:

$$h_p = h_n + \beta(H_{noc} - u) + N - e, \quad (2.14)$$

де h_n – шар води, що залишається на поверхні землі до початку розрахункового періоду; звичайно до початку передпосівного періоду відводяться майже всі поверхневі води, але частина їх може затримуватись у мікропониженнях, тому рекомендується приймати $h_n = 0,01 \dots 0,02$ м; $\beta = (H_{noc} - u)$ – кількість ґрунтових вод, що відводяться, при пониженні рівня ґрунтових вод від u до H_{noc} .

Коефіцієнт питомої (об'ємної) водовіддачі ґрунту визначається дослідним шляхом або обчислюється за формулами:

для торф'яних ґрунтів – за формулою О. І. Івицького:

$$\beta = 0,11k^{3/8}(H_{noc} - u)^{3/4}, \quad (2.15)$$

для мінеральних ґрунтів – за формулою Г. Д. Еркина:

$$\beta = 0,056k^{1/2}(H_{noc} - u)^{1/3}. \quad (2.16)$$



У цих формулах позначення попередні.

При великій потужності водопроникних ґрунтів дрени проектують недовершеними (дрени не доводяться до слабо водопроникної основи), і відстань між ними визначається за формулою:

$$E_{недов} = E_{дов} \sqrt{B}, \quad (2.17)$$

де $E_{дов}$ — відстань між довершеними дренами; B — коефіцієнт висячості, що визначається за формулою В. С. Козлова.

Якщо дренаж закладається у неоднорідних за водопроникність ґрунтах, то відстань між дренами можна визначити за наведеними вище формулами з підстановкою в них середньозваженого значення коефіцієнта фільтрації k для шарів, в яких відбувається рух ґрунтових вод.

Формули для визначення відстані між дренами добре описують загальні закономірності зниження рівнів ґрунтових вод, але не враховують всього різноманіття місцевих умов — характер і інтенсивність водного живлення на різних елементах рельєфу, шпаруватість та структуру ґрунтів, розміщення дрен у плані відносно напрямку похилу поверхні землі та ін. Тому при встановленні відстані між регулюючими дренами слід враховувати також місцеві рекомендації та дослідні дані. Наприклад, відстань між закритими дренами часто визначають залежно від механічного складу ґрунтів. У табл. 2.4 наведені оптимальні відстані між гончарними дренами в мінеральних надлишково зволжених ґрунтах України залежно від вмісту в них часточок діаметром менше 0,05 мм. Рекомендуються такі орієнтовні відстані між дренами: у дрібнозернистих пісках — 30...50 м і більше, супісках — 25...35 м, легких суглинках — 20...30 м, середніх суглинках та глинах — 8...15 м, у низинних торфах — 20... 40 м.



Таблиця 2.4

**Оптимальні відстані між гончарними дренами в мінеральних
грунтах України**

Вміст часточок грунту діаметром менше 0,05 мм, %	Відстань між дренами, м, при похилі місцевості		
	Менше 0,005	0,005...0,03	Понад 0,03
100...80	10...13	11...14	15...20
80...60	13...15	14...16	20...22
60...40	15...18	16...20	22...27
40...30	18...20	20...22	27...30
30...20	20...23	22...25	30...34
20...10	23...25	25...27	34...37
10...00	25...30	27...33	37...45

Таблиця 2.5

Відстань між дренами в торфовищах

Потужність шару торфу, м	Відстань між дренами на болотах, м			
	Що не мають деревного і очеретяного торфу		Що мають деревний і очеретяний торф	
	При ступені розкладання торфу, %			
	40	40	40	40
Торфовища, що підстиляються водонепроникними грунтами				
0,6...0,9	20	21...22	23	24...25
0,9...1,2	20	23...24	25	26...27
1,2...1,5	24	25...26	27	28...29
Торфовища, що підстиляються водопроникними грунтами				
0,7...0,9	24	25...26	27	28...29
0,9...1,2	26	27...28	29	30...31
1,2...1,5	28	29...30	31	32...33
1,5	30	31...32	33	34...35



Примітка. При осушенні земель під штучні сінокоси відстані збільшуються на 10...20%. При нормі опадів понад 650 мм на рік відстані зменшуються на 10...20%, а при нормі опадів менше 650 мм – збільшуються на 10...20%.

На торфовищах потужністю понад 0,6 м, що підстилаються як добреводопроникними, так і слабководопроникними мінеральними ґрунтами, відстань між закритими дренами допускається приймати за даними табл. 2.6.

Відстань між відкритими осушувачами на болотах за даними дослідних болотних станцій України рекомендується приймати за даними табл. 2.6.

У складних гідрогеологічних умовах параметри дренажу (відстань між дренами та глибина їх закладання) можуть встановлюватись за допомогою спеціальних розрахунків або моделювання.

Мережу відкритих каналів застосовують при осушенні: 1) природних малопродуктивних сінокосів; 2) мілкоперелогових торфовищ, що підстилаються піщаними водопроникними ґрунтами; 3) територій, у ґрунтових водах яких є більше 20 мг/л закисного заліза; 4) при попередньому осушенні глибоких торфовищ.

Таблиця 2.6

Відстані між відкритими осушувачами для умов України

Глибина осушувачів, м	Норми осушення на посівний період, м	Відстань між осушувачами на болотах, м	
		Безнапірного живлення	Напірного ґрунтового живлення
0,8	0,3	100	90
	0,4	90	75
	0,5	75	60
0,9	0,3	110	105
	0,4	100	90
	0,5	90	75
1,0	0,3	125	120
	0,4	110	105
	0,5	100	90



Осушення потужних (понад 1,5...2,0 м) торфовищ слід проектувати у два етапи. Спочатку торфовища осушуються відкритими каналами, а через 1...3 роки, коли відбудеться основне осідання торфу, осушувальну мережу переробляють на закриту.

Відкриті канали для зниження рівнів ґрунтових вод проектують трапецієвидного перерізу з шириною по дну 0,4...0,6 м, глибиною 1,0...1,2 м, з закладанням укосів $m = 1,0...1,5$.

Відстань між відкритими каналами залежить, в першу чергу, від водопроникності ґрунтів і приймається в межах 60...100 м, рідше 150 м (див. табл. 2.6).

На торфовищах, що підстилаються з глибини 1,0...1,5 м добре водопроникними ґрунтами, відкриті канали врізають у водопроникний ґрунт на 30...50 см, завдяки чому досягається більший осушувальний ефект. У цьому випадку відстань між відкритими каналами може бути збільшена до 300...600 м (рис. 2.11). Але такі рідкі і глибокі канали влітку можуть переосушувати ґрунти.

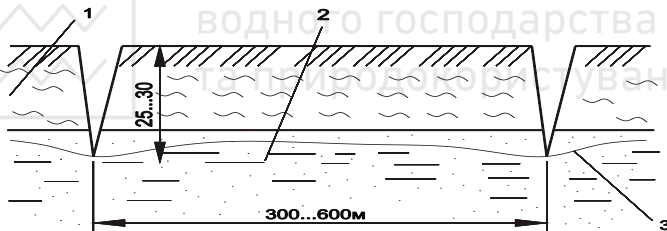


Рис. 2.11. Схема осушення рідкими глибокими каналами:
1 – торф; 2 – пісок; 3 – рівень ґрунтових вод

Закритий дренаж — це штучно прокладений водотік у ґрунті для прийому і відведення надлишкової води.

За способом влаштування горизонтальний дренаж поділяється на траншейний і безтраншейний.

Траншейний спосіб будівництва у наш час є основним при осушенні перезволожених земель. Для влаштування такого дренажу за допомогою багатокішшевих екскаваторів ЕТЦ-202, ЕТЦ-202А та інших (рис. 2.12) влаштовують траншею, на сплановане дно укладають трубки або інші дренажні матеріали, влаштовують фільтр і траншею засипають вийнятим ґрунтом у два етапи.

Спочатку укладені трубки присипають пухким гумусовим шаром ґрунту товщиною 20...30 см, зрізаним біля бровки траншеї. Це підсилює водоприймальну здатність дрен і захищає їх від пошкоджень при остаточному засипанні. Остаточне засипання вийнятим ґрунтом виконують бульдозерами.

Траншейний дренаж влаштовують з гончарних або пластмасових труб, а також з місцевих матеріалів. Для великих закритих колекторів (діаметром 20 см і більше) застосовують азбестоцементні та залізобетонні труби.

Дренаж з місцевих матеріалів є найдревнішим видом дренажу. Траншеї, заповнені камінням, влаштовували для осушення у древньому Римі. Дерев'яні жолоби і труби з дошок застосовували в XI - XII ст. у древньоруських містах Новгороді і Пскові для відведення напірних вод із джерел. Для заповнення траншеї можна застосовувати також жердини, фашини та ін. Між камінням, жердинами і хворостинами залишаються великі водопровідні щілини, але вони швидко замулюються. Дренаж з місцевих матеріалів недовговічний і вимагає великих затрат ручної праці, тому майже не застосовується.

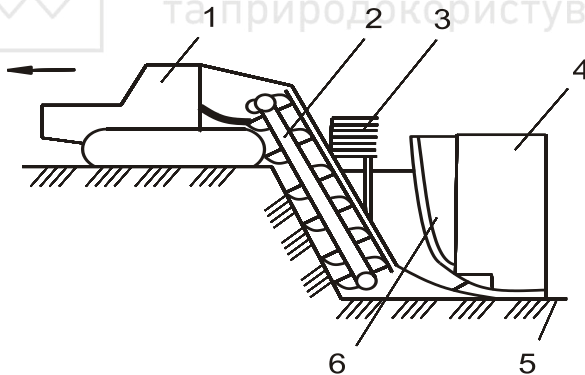


Рис. 2.12. Влаштування гончарного дренажу:

- 1 – трактор; 2 – землерийний робочий орган; 3 – касета з трубами;
4 – бункер; 5 – гончарна дрена; 6 – жолоб для подавання труб

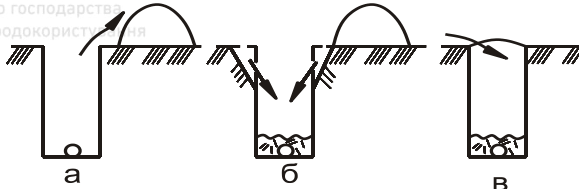


Рис. 2.13. Почерговість земляних робіт з влаштування
закритого дренажу:

а – вирита траншея; *б* – присипання трубок гумусовим шаром;
в – остаточне засипання вибитим ґрунтом

Основним способом осушення в Україні є гончарний дренаж, площа осушення яким перевищує 2,6 млн га.

Перспективним способом осушення є пластмасовий дренаж. Цим способом зараз осушується понад 100 тис. га.

Гончарний дренаж застосовують при осушенні мінеральних ґрунтів, мілко перелогових торфовищ (потужністю до 1,2 м), коли дрени розміщуються у підстилаючих мінеральних ґрунтах, а також на потужних торфовищах після попереднього осушення їх відкритими каналами. В останньому випадку на потужних торфовищах гончарні трубки укладають на стелажі.

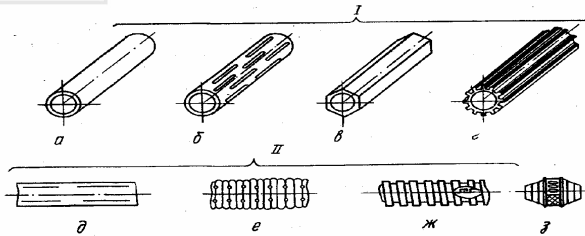


Рис. 2.14. Дренажні труби:

I – гончарні труби; II – пластмасові труби; *а* і *в* – циліндрична і гранувана;
б – перфорована; *г* – рифлена; *д* – гладенькостінна з поздовжніми щілинами;
е – гофрована з круглими перфораціями;
ж – вита; *з* – пластмасова з'єднувальна муфта

Гончарні трубки згідно з ГОСТ 8411-74 «Трубы керамические дренажные. Технические условия» виготовляються стандартних діаметрів від 5 до 25 см і довжиною 33 см. Товщина стінок – від 1,1 до 2,5 см, маса трубок – від 1 до 12,5 кг. Зовні трубки виконуються круглими або багатограними. Для підсилення водопримальної



здатності розроблені конструкції гончарних трубок з зовнішніми жолобками або рифленнями (рис. 2.14). Гончарні трубки повинні бути міцними і мати правильну форму, перекис площини торця трубки відносно горизонтальної осі не повинен перевищувати 0,3..0,8 см.

Трубки укладають впритул одна до одної, зазори, що між ними утворюються, не повинні перевищувати 1...2 мм, для цього трубки в траншеї підганяють вручну. В останні роки гончарні трубки почали з'єднувати за допомогою пластмасових муфт, при цьому виключається ручна підгонка труб в траншеї. Вода у гончарні дрени надходить через зазори між трубками або через перфорацію у пластмасових муфтах.

Для запобігання замуленню частинками ґрунту застосовують захисно-фільтрувальні матеріали – органічні (мох, тирса та ін.) або синтетичні (склотканина, скловата та ін.).

Системи гончарного дренажу включають регулювальні дрени, провідні колектори та споруди на мережі – гирла і колодязі (див. рис. 2.17). Регулювальні дрени влаштовують з трубок діаметром 5 см, діаметр колекторів встановлюють розрахунком. З'єднання дрен з колекторами виконується внапуск, впритул або за допомогою фасонних частин.

Пластмасовий дренаж застосовують у мінеральних і торфових ґрунтах при вмісті в них розчиненого заліза не більше 5 мг/л. Пластмасові труби виготовляють з полівінілхлориду (ПВХ) або поліетилену високої щільності (ПВП) діаметром від 50 до 125 мм. Товщина стінок – від 1 до 3 мм, маса 1 м труб – від 0,3 до 1,0 кг. Труби випускають цільними гладкостінними або гофрованими з поздовжніми чи круглими перфораціями (отворами) для прийому води, а також витими, що мають значно більші водоприймальні отвори (рис. 2.14). Пластмасові дрени також захищають фільтрами від замулення. Укладають їх в траншеї пристосованими для цього дренажними трубами ЕТЦ-202А.

Безтраншейний спосіб укладання пластмасових труб здійснюється за допомогою дренажної машини МД-4 (рис. 2.15). Цей дренажний агрегат продавлює у ґрунті щілину шириною 20 см і забезпечує укладання пластмасових труб діаметром від 50 до 90 мм на глибину до 180 см. Для укладання дренажу у важкі ґрунти на глибину понад 150 см застосовують додатково тягач МД-5.

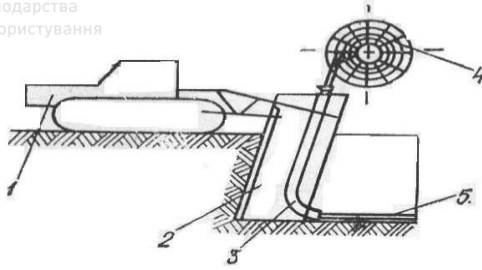


Рис. 2.15. Влаштування пластмасового дренажу:

1 – трактор; 2 – ніж для нарізання щілини; 3 – направляючий жолоб; 4 – барабан для пластмасових труб; 5 – пластмасова труба

Безтраншейний спосіб будівництва дренажу дає змогу значно підвищити продуктивність праці, знизити вартість будівництва, зберегти рослинний шар ґрунту. Але при видавлюванні щілини водопроникність ґрунтів поблизу дрени зменшується, і тому безтраншейний спосіб будівництва пластмасового дренажу можна застосувати у торф'яних і мінеральних ґрунтах з коефіцієнтом фільтрації не менше 0,5 м/доб.

До безтраншейних видів дренажу належать також кротовий і щілинний дренажі.

Кротовий дренаж являє собою порожнини у ґрунті, що продавлюються за допомогою кротодренажних машин КН-1200, Д-657 та інших. Ці машини начіплюються на трактори. Під час руху ніж, розміщений у вертикальній площині, прорізає у ґрунті щілину, а дренир і розширювач, закріплені внизу ножа, продавлюють круглі отвори необхідного діаметра.

Стінки кротових дрен не закріплюються, тому такі дрени не завжди стійкі і їх слід застосовувати там, де строк служби (збереженості) отворів не менше 2...3 років. Кротові дрени доцільно застосовувати для осушення боліт, у яких немає пеньків та решток деревної рослинності при ступені розкладання торфу менше 60% і потужності торф'яного покладу понад 0,8...1,0 м (тобто більше глибини закладання дрен). Ці дрени можуть застосовуватись і на мінеральних ґрунтах, що складені глинистими однорідними ґрунтами.

Діаметр кротових дрен у мінеральних ґрунтах приймають 6...8 см, у торфовищах продавлюють отвори діаметром 15...25 см, що під дією пружних сил майже відразу стискаються приблизно до



10 см. Похил дрен у торф'яних ґрунтах приймають не менше 0,0015, довжину – до 150...200 м.

Щілинний дренаж застосовують для осушення як пень-куватих, так і безпенькуватих боліт з ступенем розкладання торфу менше 50...60%. Цей вид дренажу застосовується в основному при осушенні боліт з метою торфодобування.

Щілинний дренаж влаштовують за допомогою дренажно-щілинних машин ДЩ-1,2 і ДЩ-1,4. Різальний ланцюг цих машин у процесі руху вирізає у торфі щілину шириною 11,5 см і глибиною 1,2...1,4 м. За різальним ланцюгом розміщені два конусних диска, які стискають верхню частину щілини, закриваючи її на глибину 50 см.

При проектуванні матеріального (гончарного, пластмасового) дренажу необхідно прагнути до постійної глибини закладання дрен; при цьому зменшуються об'єми земляних робіт і забезпечується рівномірне осушення території. Додержуючи постійної глибини залягання дрен, планове їх положення слід вибирати так, щоб похили поверхні землі по трасі дрен були такими, як похили самих дрен (мінімальний похил матеріальних дрен – 0,002, оптимальний – 0,004...0,006).

Тому при похилах поверхні землі i_n понад 0,005 дрени у плані проектують під гострим кутом до горизонталей і впоперек похилу поверхні (поперечна схема рис. 2.16, а), а при похилах поверхні менше 0,005 – переважно впоперек горизонталей, вздовж похилу поверхні (поздовжня схема на рис. 2.16, б).

При значних похилах поверхні землі ($i_n > 0,015$) і поперечній схемі розміщення дренажу швидше відводяться ґрунтові води і відстані між дренами збільшуються на 10... 15%.

На ділянках з недостатніми похилами поверхні землі ($i_a < 0,002$), наприклад у гирлах річок, матеріальний дренаж проектують з штучним похилом ($i_{op} \geq 0,002$). При цьому у верхів'ях дрен і колекторів глибина закладання приймається мінімальною, а до гирла — поступово збільшується. Для запобігання значному заглибленню дренажної мережі довжина дрени скорочується до 100...150 м, а колекторів до 300...400 м (рис. 2.16).

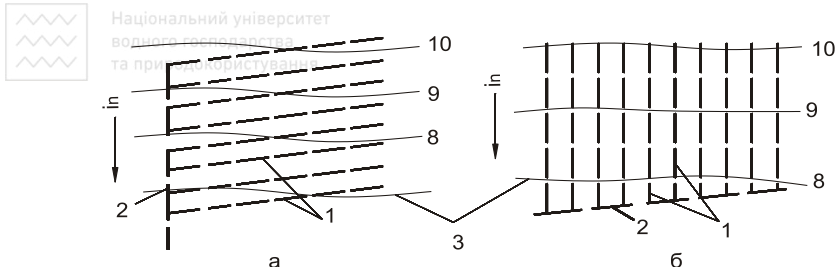


Рис. 2.16. Схеми розміщення дрен у плані:
a – поперечна схема; *б* – поздовжня схема; 1 – регулювальні дреди;
 2 – провідні колектори; 3 – горизонталі поверхні землі

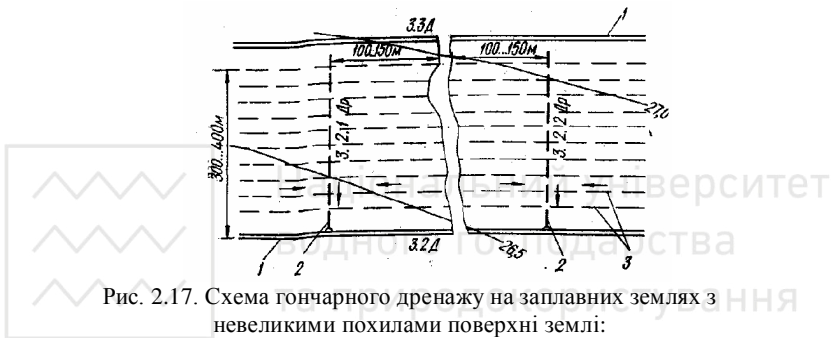


Рис. 2.17. Схема гончарного дренажу на заплавах з невеликими похилами поверхні землі:
 1 – відкриті канали; 2 – закриті колектори; 3 – регулювальні дреди

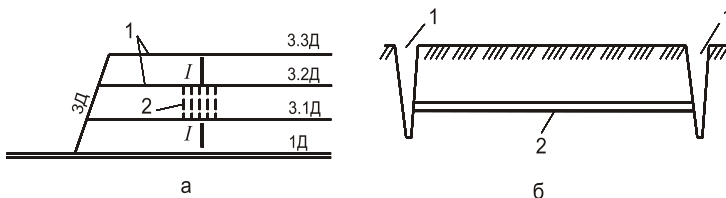


Рис. 2.18. Схема безпохилого дренажу:
a – план; *б* – розріз по I-I;
 1 – відкриті канали; 2 – закриті безпохилі дреди

На ділянках із значним похилом поверхні землі довжина матеріальних дрен може становити 200...250 м, а колекторів – до 1000 м.

В останні роки почали проектувати малопохилі і безпохилі дренажі з $i_{op} < 0,002$. Такий дренаж при відповідних параметрах буде забезпечувати своєчасне зниження рівня ґрунтових вод, але



може досить швидко замулюватись і виходити з ладу. Його можна застосовувати в основному на заплавах безпохилих територіях, де в ґрунтових водах немає розчиненого заліза і небезпека замулення дренажу мінімальна. При цьому безпохилі гончарні або азбестоцементні дрени проектується довжиною до 600...800 м і підключаються з обох боків до відкритих каналів (рис. 2.18). Діаметр дрен збільшується до 7,5...15 см, а відстані приймаються — 15...30 м.

Кротові дрени нарізають впоперек відкритих колекторів. На ділянках з похилами поверхні землі до 0,001 кротові дрени проектується довжиною по 150...200 м і підключаються до відкритих каналів з обох боків. При похилах поверхні землі 0,002...0,004 дрени підключаються до каналів також з двох боків; при цьому дрени, розміщені у напрямку похилу місцевості, проектується довжиною 150...200 м, а дрени, що нарізають проти похилу поверхні, скорочують до 60...100 м. При похилах поверхні понад 0,005 дрени проектується лише за напрямком похилу поверхні максимальною довжиною 200 м (рис. 2.19).

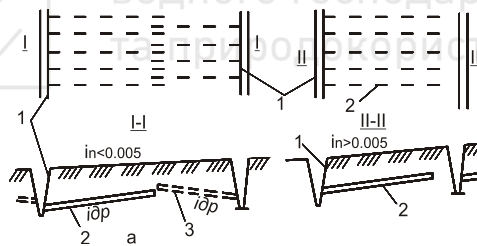


Рис. 2.19. Схеми розміщення кротового дренажу:

a – двобічне підключення дрен; *б* – однібічне підключення дрен;

1 – відкритий канал; 2 – кротова дрена, що нарізана в напрямку похилу поверхні;

3 – кротова дрена, що нарізана проти похилу поверхні

2.3.3. Провідна мережа

Провідна мережа призначена для прийому надлишкових поверхневих та ґрунтових вод з регулюючої і огорожуючої мереж і своєчасного їх відведення до водоприймача.

До складу провідної мережі входять магістральні канали та їхні відгулування, транспортуючі збирачі, відкриті і закриті колектори.



Канал – штучне русло правильної геометричної форми з похилом дна і безнапірним рухом води.

Відкриті провідні канали частково приймають надлишкову воду безпосередньо з осушуваної території. Але більша частина води надходить у провідну мережу через регулюючу і огорожуючу мережі. І лише у деяких випадках (наприклад, вузькі заплави або болота з потужністю торфу до 1,5 м, які підстиляються добре водопроникними пісками) більш глибокі відкриті провідні канали можуть знижувати ґрунтові води на необхідну глибину без влаштування додаткової регулюючої мережі.

Велика провідна мережа виконується відкритою, а менша — закритою (на ділянках гончарного дренажу) або відкритою (на потужних торфовищах, що осушуються кротовим дренажем).

Магістральний канал з'єднує осушувальну систему з водоприймачем і є найвідповідальнішою частиною провідної мережі. При проектуванні його у плані необхідно дотримуватися таких правил.

1. Магістральний канал повинен приймати воду з будь-якої ділянки осушуваної території. Тому його прокладають по найнижчих відмітках осушуваної площі і по тальвегах. На болотах з потужними торфовищами магістральний канал проектують переважно в місцях з найбільшою глибиною торфу для того, щоб після осідання торфу його траса проходила по найнижчих ділянках «майбутнього рельєфу» болота.

2. Магістральний канал повинен мати, як правило, найменшу довжину. Для цього його трасу намічають за напрямком найбільших похилів поверхні землі.

3. Якщо посередині осушуваної території протікає річка, магістральний канал проектують по руслу річки. При наявності звивистих ділянок намічають випрямлення їх з метою зменшення довжини магістрального каналу і утворення порівняно вирівняних осушуваних ділянок.

4. Магістральний канал повинен бути стійким на розмив та замулення. Цій вимозі відповідає трасування каналу внайстійкіших ґрунтах у напрямку течії паводкових вод. За такими ж міркуваннями магістральний канал намагаються прокладати, при можливості, повністю у торфовому ґрунті.



5. Магістральний канал повинен впадати у водоприймач у тому місці де є стійкі береги і прямолінійні ділянки, а також достатня пропускна здатність русла.

При проектуванні траси магістрального каналу необхідно враховувати розміщення на даній території населених пунктів, границь землекористувачів та угідь, доріг і лісонасаджень.

Бічні провідні канали (транспортуючі збирачі і відкриті колектори) проектують у плані також у пониженнях місцевості, по границях господарств і полів сівозмін, вздовж доріг і лісових смуг.

Відстань між провідними каналами визначається умовами розміщення на осушувальній території закритої осушувальної мережі. Для створення умов для використання сучасних сільськогосподарських машин відстань між відкритими колекторами приймають не менше 200...300 м.

Транспортуючі збирачі звичайно проектують з відстанями від 800 до 1500 м, а відкриті колектори – через 250...400 м. При цьому осушувальні ділянки між відкритими каналами будуть мати площу від 30 до 60 га.

Розміщення осушувальної мережі у плані і у вертикальній площині необхідно також пов'язувати з підземними комунікаціями (водо-, газо-, і нафтопроводами, кабелями та ін.), проходами під мостами залізниць та шосейних доріг, з наземними лініями електрпередач.

Всі канали у плані повинні бути прямолінійними з мінімальною кількістю поворотів. Допускаються кути поворотів до 60...80°. На поворотах канали заокруглюються радіусом $r=10B$ для незакріплених русел і $r = 5B$ для закріплених русел, де B — ширина каналу по верху.

З'єднання невеликих бічних каналів між собою і з великими каналами роблять під прямим кутом; з умов обробітку ґрунту допускається мінімальний кут 60°. Великі канали між собою краще з'єднувати під кутом 60°, а з водоприймачем — під кутом 45°.

Під магістральні канали та їх вітки відводяться смуги, що дорівнюють ширині каналу по верху і п'ятиметровим смугам для проїзду з кожного боку каналу. Вздовж відкритих колекторів, як правило, проїзди не передбачаються, і смуги відчуження приймаються шириною до 1 м; вздовж транспортуючих збирачів

передбачається, з одного боку, смуга для проїзду – 5 м, а з другого – смуга без проїзду – 1 м.

Закриті колектори проектують, насамперед, по тальвегах та інших пониженнях місцевості. При великій довжині схилів на них призначаються додаткові колектори на відстанях від 200 до 400 м, що забезпечують одно- або двостороннє підключення дрен. Якщо по тальвегах і улоговинах спостерігається значний поверхневий стік (при площі водозбору понад 15 га), то трасу колектора змішують від осі тальвегу на вище місце (10...20 см) для того, щоб не розмивалась траншейна засипка. При більших дренажних витратах і відсутності труб великого діаметра іноді проектують два паралельних колектори з відстанями 10...15 м.

Конструкції каналів і форма поперечного перерізу їх повинні забезпечувати найбільшу стійкість і максимальну пропускну здатність.

Форма поперечного перерізу осушувальних каналів може бути трапецієвидною або параболічною (рис. 2.20).

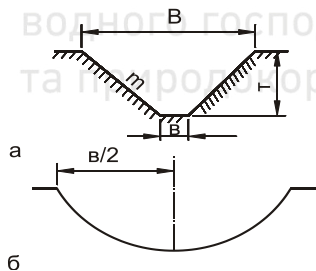


Рис. 2.20. Поперечний переріз осушувальних каналів
а – трапецієвидної форми; б – параболічної форми

Для більшості осушувальних каналів приймають простішу і зручнішу у будівництві та експлуатації трапецієвидну форму поперечного перерізу. Для забезпечення стійкості каналів їх укоси повинні бути не крутіші кута природного укоси ґрунту у насиченому водою стані і при природному зчепленні його часточок. Якщо запроєктувати крутіші укоси, то при насиченні ґрунту водою можуть спостерігатись опливання їх у зоні виходу фільтраційного потоку або навіть зсуви.

Проте канал трапецієвидної форми має неоднакову стійкість за глибиною – у верхній частині його, де ґрунти сухіші, укоси можуть



бути крутішими, а у нижній частині каналу, особливо у зоні виходу ґрунтових вод, стійкість укосів різко знижується.

Рівностійкішому поперечному перерізу відповідає параболічна форма, при якій коефіцієнт закладання відкосів m збільшується за глибиною, і тим більше, чим більший параметр параболи p .

Необхідне значення параметра параболи p приймається не менше 4...8 і визначається з рівняння $p = 2m_{дон}^2 \cdot h_{ноб}$.

Ширина каналу параболічного перерізу визначається за формулою $(b/2)^2 = 2ph$, а фактичне закладання укосів на будь-якій глибині:

$$m = \sqrt{p/2h}. \quad (2.18)$$

У цих формулах m – допустимий для розглянутих ґрунтів коефіцієнт закладання укосів; $h_{ноб}$ – глибина води у каналі при побутових або меженних витратах, м; b – ширина перерізу каналу на глибині h , рахуючи від дна, м.

Поперечний переріз параболічної форми приймається для великих осушувальних каналів (при $b > 5$ м) і водоприймачів, що проходять у слабкостійких ґрунтах.

Якщо осушувальні канали проходять у слабкостійких ґрунтах (пісках, пливунах, мулах та ін.), мають невеликі розміри і трапецієвидний переріз, то для попередження деформацій біля підшови їхніх укосів проектують плотові або дощаті стінки висотою 0,2... 0,3 м, проводять укладання на дно каналу залізобетонних лотоків, влаштування за бровкою каналу розвантажувальних дрен та ін. Крім того, для надання більшої стійкості будь-яким осушувальним каналам їх укоси закріплюють дерном, камінням, пористими залізобетонними плитами. Найпростішим способом закріплення укосів є сівба багаторічних трав.

Для забезпечення стійкості русла каналу також необхідно, щоб середні в живому перерізі швидкості руху води в них V були у межах від мінімально допустимих з умови незамулювання русла

$V_{зам}^{\min}$ до максимально допустимих з умови нерозмивання русла

$$V_{розм}^{таа} \cdot V_{зам}^{\min} \leq V \leq V_{розм}^{таа}.$$



У земляних незакріплених руслах максимальні допустимі швидкості руху води (при гідравлічному радіусі потоку $R=1\text{м}$) приймають такі, м/с: для мулів – 0,15...0,30; для пісків – 0,4...0,9; для глин – 0,9...1,2; для торфів добре розкладених – 0,5...0,7; середньо-розкладених – 0,7... 1,1; слабкорозкладених – 1,1...1,4.

Для закріплених русел середні нерозмиваючі швидкості такі: для залізобетонних плит – 10...15; для камінної накидки у плотових клітках – 3...4; для камінного мощення – 2,5...3,5; при суцільному одернуванні укосів – 1,5 м/с.

При гідравлічному радіусі потоку, що не дорівнює 1 м, розрахункова допустима швидкість на розмив визначається за залежністю

$$V_{роз} = V_T \sqrt[3]{R}. \quad (2.19)$$

Мінімальна незамулююча швидкість руху води приймається 0,2 м/с.

Перевірку каналу на розмив $V_{роз}^{маа}$ виконують при проходженні максимальної з розрахункових витрат води, а на заплавах – при русі води у руслі повним перерізом. Мінімальні допустимі швидкості $v_{зам}^{мін}$ перевіряють при побутових або меженних витратах. У невеликих осушувальних каналах побутові витрати і швидкості руху води можуть знижуватись до 0 і умова додержання $v_{зам}^{мін}$ не завжди виконується.

Проектні похили каналів повинні бути такими, при яких швидкості руху води в них були б у допустимих межах. Тоді,

$$i_{мін} = V_{зам}^2 / C^2 R; \quad (2.20)$$

$$i_{маа} = V_{роз}^2 / C^2 R, \quad (2.21)$$

де $i_{мін}$ і $i_{маа}$ – мінімальний та максимальний допустимі похили каналу; C – швидкісний коефіцієнт; R – гідравлічний радіус, м.

Проектні похили магістральних каналів приймаються у межах від 0,0002 до 0,001. Похили дна бічних провідних каналів звичайно приймають такими, що дорівнюють похилу поверхні землі по трасі каналу, але не менше 0,0003.

При проектуванні спряження у вертикальній площині і визначенні розмірів поперечного перерізу провідні канали залежно



від площі водозбору поділяються на дві категорії: 1) канали площею водозбору понад 5 км^2 називаються гідравлічно розрахунковими, для таких каналів встановлюються розрахункові витрати і пов'язування їх у вертикальній площині виконується за розрахунковими горизонтами води; 2) канали площею водозбору менше 5 км^2 називаються не розрахунковими і пов'язування їх у вертикальній площині виконується по дну каналів.

Спряження каналів між собою, з закритим дренажем і з водоприймачем у вертикальній площині викопують за такими схемами.

Перша схема. При спряженні закритого дренажу з відкритими провідними каналами дно будь-яких (гідравлічно розрахункових і не розрахункових) каналів повинно розміщуватись нижче гирла дрен і колекторів, що до нього прилягають, не менше як на $0,3 \dots 0,5 \text{ м}$, а для гідравлічно розрахункових каналів, крім того, побутовий або меженний горизонт води в них повинен розміщуватись нижче гирла дрен і колекторів не менше як на $0,1 \dots 0,2 \text{ м}$ (рис. 2.21).

Друга схема. Спряження між собою двох розрахункових каналів (наприклад, відкритих колекторів з транспортуючими збирачами) виконують так, щоб дно старшого (того, що приймає воду) каналу містилось нижче дна молодшого (впадаючого) каналу не менше як на $0,2 \dots 0,3 \text{ м}$ (рис. 2.21).

Третя схема. Спряження молодших нерозрахункових каналів з старшими гідравлічно розрахунковими каналами (наприклад, транспортуючих збирачів з магістральним каналом) виконується так, щоб побутовий або меженний горизонт води у старшому каналі був на рівні або нижче дна впадаючого нерозрахункового каналу (рис. 2.21). Перепад між дном впадаючого каналу і побутовим горизонтом води у приймаючому каналі може бути $\geq 0 \text{ м}$; краще спряження забезпечується при перепаді $0,2 \dots 0,3 \text{ м}$. Якщо перепад перевищує $0,6 \dots 0,7 \text{ м}$, місце спряження каналів для запобігання розмиву необхідно закріпити.

Четверта схема. Спряження великих гідравлічно розрахункових каналів між собою і з водоприймачем викопують так, щоб горизонти води у старшому каналі або водоприймачі розміщувались на рівні відповідних горизонтів води у молодшому каналі або трохи нижче їх. При цьому для запобігання розмивів



перепад горизонтів води не повинен перевищувати 0,2...0,3 м (рис. 2.21). Ця умова обов'язкова при побутових витратах і бажана при максимальних втратах.

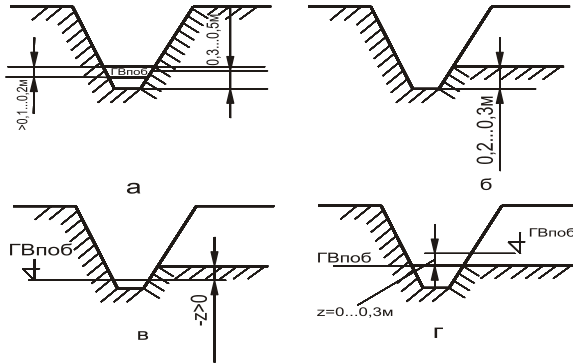


Рис. 2.21. Спряження осушувальних каналів у вертикальній площині:
 а – закритого дренажу з відкритим каналом; б – нерозрахункових каналів;
 в – бічного нерозрахункового каналу з розрахунковим старшим каналом;
 г – розрахункових каналів

Розміри поперечного перерізу нерозрахункових каналів, що мають площу водозбору менше 5 км², приймаються мінімальними. Форма поперечного перерізу встановлюється трапецієвидна (див. рис. 2.20).

Для каналів, що проектуються, ширина по дну b визначається габаритними розмірами робочих органів землерийних машин і приймається звичайно 0,6 м. При реконструкції існуючих каналів ширина по дну приймається – 1,0...1,5 м. Закладання укосів встановлюється залежно від виду ґрунту.

Глибина нерозрахункових каналів визначається їх призначенням і умовами спряження у вертикальній площині, вона приймається такою:

$$T_{від} = T_{др} + (0,3...0,5) \quad (2.22)$$

$$T_{мз} = T_{від} + (0,2...0,3) \quad (2.23)$$

де $T_{від}$ — розрахункова глибина відкритих колекторів, м; $T_{мз}$ — розрахункова глибина транспортуючих збирачів, м; $T_{др}$ — глибина закладання закритих дрен і колекторів у гирлі, для кротових дрен



приймається в межах 0,9...1,2 м, для гончарних колекторів – 1,1...1,4 м.

Звичайно глибину відкритих колекторів приймають у межах 1,2...1,6 м, а транспортуючих збирачів – 1,5...2,0 м. У торфових ґрунтах будівельну глибину каналів приймають більше розрахункової на величину осідання торфу.

2.3.4. Водоприймачі

Водоприймач – це водний об'єкт, западина рельєфу місцевості, або зона неповного водонасичення підземних шарів гірських порід, які служать для скидання в них дренажних промивних або нормованих зрошуваних вод.

Водоприймачами осушувальних систем можуть бути природні або штучні водотоки і водойми, здатні приймати воду з осушуваної території. У більшості випадків водоприймачами є річки, струмки, канали і балки, ними також можуть бути моря, озера, водосховища і ставки. Іноді як водоприймачі використовують карстові воронки у вапнякових породах і потужні, добреводопроникні ненасичені водою горизонти, що можуть поглинати і відводити воду з осушуваної площі.

Природні та штучні водоприймачі повинні відповідати таким вимогам:

1. Забезпечувати пропуск річкових літньо-осінніх паводків без затоплення осушуваних площ, а затоплення весняними паводками не повинно перевищувати допустимий строк, що визначається початком польових сільськогосподарських робіт і посівом культур.

2. Не створювати підпору води в осушувальних каналах і закритих колекторах, що впадають в нього, для цього побутовий рівень водоприймачів повинен бути нижчим побутових горизонтів води у гирлі каналів і закритих колекторів, що в нього впадають, або бути на одному рівні з ними. Підпір з боку водоприймача допускається лише при проходженні весняного паводка.

3. Повинні мати сталість і стійкість русла, забезпечувати рівномірний рух води.

4. Річки-водоприймачі, що протікають по затоплюваних заплавах, повинні мати такий режим проходження паводків, при якому виключалась би можливість відкладання у заплавах великих



піщаних наносів. З метою підвищення родючості ґрунту допускається відкладення лише мулових наносів.

5. Вздовж річок-водоприймачів, природних та штучних водоймищ слід передбачати водоохоронні та лісозахисні смуги.

Якщо водоприймач не задовольняє наведених вимог у природному стані, необхідно його регулювати.

Основними причинами незадовільного стану водоприймачів-водотоків вважають природні, пов'язані з природою самої річки, та штучні, що залежать від діяльності людини.

До природних належать: малі розміри поперечного перерізу русел, недостатні для пропуску розрахункових витрат; заростання русел водною рослинністю та кущами, забруднення наносами, камінням, деревними залишками, що призводить до зменшення поперечного перерізу і збільшення коефіцієнта шорсткості; звивистість русел, що зменшує поздовжні похили; бурхливе проходження паводків, що призводить до надходження на заплаву піщаних та пилуватих наносів, високі рівні затоплення, розмиви; високе положення водоприймача відносно осушуваної території.

До штучних причин належать: підпір води гідротехнічними спорудами – греблями, мостами, шлюзами, трубопереходами з недостатніми розмірами отворів.

Невідрегульований водоприймач викликає підпір рівнів води у каналах і закритих колекторах, що в нього впадають, і внаслідок цього підтоплення і заболочення прилеглих земель.

Контрольні питання:

1. Назвіть основні елементи осушувальної системи. Подайте схему.
2. На які типи поділяються меліоративні системи?
3. Яке призначення регулювальної мережі? Як розміщена на місцевості регулювальна мережа?
4. За рахунок чого відбувається зниження рівнів ґрунтових вод у ґрунтах? Наведіть схему.
5. Назвіть основні параметри регулювальних дрен.
6. Призначення провідної мережі? Що входить до складу провідної мережі?



2.4. Проектування окремих елементів осушувальних систем

2.4.1. Розрахункові витрати води

Гідрологічні розрахунки зводять до визначення модулів стоку і витрат води у річках і каналах, що мають водозбірну площу понад 5 км², для встановлення розмірів поперечного перерізу каналів, отворів споруд і розрахунку режиму зволоження.

Витрати води у річках і каналах формуються як за рахунок поверхневих, так і за рахунок ґрунтових вод. Співвідношення між ними залежить від пори року, гідрологічних умов і характеру осушення. На більшості рівнинних річок, що протікають по заболочених територіях, максимальні витрати проходять у періоди весняного сніготанення і літньо-осінніх дощів. У літні бездощові періоди за рахунок ґрунтових вод формуються побутові або меженні витрати. Графік коливання протягом року витрат води у природних водотоках зображений на рис. 2.22.

При проектуванні осушувальних систем розрахункові періоди і розрахункові витрати, що їм відповідають, призначають залежно від сільськогосподарського використання осушуваних земель (від тривалості вегетаційного періоду і строків проведення основних сільськогосподарських робіт) та критичних періодів надлишкового зволоження.

При використанні осушуваних земель під посів багаторічних трав, ярих зернових, овочевих та технічних культур розміри поперечного перерізу осушуваних каналів недоцільно розраховувати на максимальні витрати від весняних вод, і осушувальна територія може затоплюватись на строк до 10...25 діб. Багаторічні трави таке затоплення витримують, а для інших сільськогосподарських культур вегетаційний період ще не розпочався. Таке затоплення не шкідливе, а часто і корисне, оскільки заплава удобрюється муловими часточками.



Рис. 2.22. Типовий графік коливань витрат води рівнинних річок і осушувальних каналів:

- 1 – весняний максимум; 2 – посівні витрати води;
 3 – літньо-осінні паводки; 4 – побутові витрати води

Проте період початку посівних робіт і витрата води, що йому відповідає, при спаді повені є найважливішими у роботі осушувальних систем. Посівну дату слід визначати за нагромадженням суми середньодобових позитивних температур повітря у середньому для різних зон від 60 до 200°, рахуючи від дати сходження снігу або стійкого переходу температур повітря через 0°C.

У період літньо-осінніх злив потрібно забезпечити своєчасне відведення паводкових вод. Але враховуючи, що більшість сільськогосподарських культур у вегетаційний період витримує короткочасне (до 0,5...1,5 доби) затоплення, осушувальні канали розраховуються не на миттєві літньо-осінні паводкові витрати води середньодобові їх значення, або так звані високі літні витрати води.

У вегетаційний період найчастіше спостерігаються побутові (меженні) витрати води. Перевіряють спряження осушувальних каналів у вертикальній площині саме за цими витратами.

Тому при використанні осушуваних земель під посів багаторічних трав, ярих зернових, овочевих та технічних культур розміри поперечного перерізу осушувальних каналів розраховують на пропуск посівних, високих літніх і побутових (меженних) витрат води.

Максимальні весняні витрати води визначаються лише для встановлення розмірів отворів гідротехнічних споруд і осушувальних каналів при використанні земель під сади та озими



зернові. Розрахункові витрати води для будь-якого періоду, $\text{м}^3/\text{с}$, визначають за формулою:

$$Q = 0,001 \cdot q \cdot F, \quad (2.24)$$

де q – розрахунковий модуль стоку, $\text{л}/(\text{с} \cdot \text{км}^2)$; F – площа водозбору каналу або річки у розрахунковому створі, км^2 .

Якщо на даній річці проводились спостереження за горизонтами і витратами води, то розрахункові модулі стоку визначаються або безпосередньо за даними натурних спостережень (якщо спостереження проводились не менше 20...30 років), або шляхом зведення їх до багаторічних характеристик за допомогою річков-аналогів (якщо спостереження нетривалі).

На невеликих річках і осушувальних каналах за відсутності на них гідрометричних спостережень розрахункові витрати води і модулі стоку визначають за емпіричними формулами. Розрахункові створи, у яких визначаються витрати води, призначаються в гирлах і верхів'ї водотоків і в місцях різкої зміни водозбірної площі (вище і нижче притоків, що впадають). При плавній зміні величини водозбірної площі призначаються додаткові створи там, де водозбірна площа змінюється на 10...20%.

2.4.2. Гідралічні розрахунки

Гідралічні розрахунки виконуються для встановлення розмірів поперечного перерізу каналів і перевірки швидкості руху води на розмив і замулення в них. Їх виконують, звичайно, для магістральних (розрахункових) каналів, площа водозбору яких перевищує 5 км^2 . Перевірка швидкості руху води може виконуватись і для нерозрахункових каналів з меншою водозбірною площею, якщо похили їх перевищують $0,0015$ у піщаних, $0,003$ у суглинкових і $0,005$ у глинистих ґрунтах.

Гідралічні розрахунки проводять за формулами рівномірного руху води у відкритих руслах:

$$V = C \sqrt{R \cdot i}; \quad (2.25)$$

$$Q = \omega \cdot V = \omega \cdot C \sqrt{R \cdot i}; \quad (2.26)$$

$$k = Q / \sqrt{i}, \quad (2.27)$$



де V – середня за живим перерізом швидкість течії води, м/с; Q – витрата води, м³/с; k – витратна характеристика, м³/с; R – гідравлічний радіус, $R = \omega / \chi$, м; ω – площа живого перерізу, м²; χ – змочений периметр, м; i – проектний похил каналу; C – швидкісний коефіцієнт, визначається за формулою Павловського $C = 1/n \cdot R^y$; n – коефіцієнт шорсткості осушувальних каналів, залежить від стану поверхні укосів і дна русла, звичайно приймається залежно від розрахункових витрат при $Q > 25$ м³/с – $n = 0,025$; при $1 \dots 25$ м³/с – $n = 0,030$; при $Q < 1$ м³/с – $n = 0,035$, y – показник степеня, $y = f(n, R)$, змінюється в середньому від 1,5 до 1,6.

Розрахункові витрати води і умови їх пропуску в каналах призначаються залежно від використання осушуваних земель.

При використанні осушуваних земель під посів багаторічних трав, ярих зернових, овочевих і технічних культур розміри поперечного перерізу осушувальних каналів повинні бути такими, щоб горизонти води в них при проходженні посівної витрати розміщувались нижче бровки каналу не менше як на 0,5...0,6 м, весняної та високолітної повені – на 0,1...0,2 м, а побутовий (меженний) горизонт води у каналі розміщувався на рівні або нижче дна нерозрахункових каналів, що впадають в нього.

У посівний період запас від розрахункового горизонту води до бровки каналу повинен становити не менше 0,5...0,6 м, тому що в цей час посередині між каналами необхідно забезпечувати норми осушення і до каналів рівні ґрунтових вод знижуються. Під час пропуску літньо-осінніх паводків допускається робота каналів повним перерізом; з урахуванням нерівностей рельєфу запас до бровок при цьому приймається не менше 0,1...0,2 м. При побутових (меженних) витратах перевіряються умови спряження каналів у вертикальній площині. Отже,

$$T' = h_{noc} + (0,5 \dots 0,6); T'' = h_{ep} + (0,1 \dots 0,2); T''' = h_{ноб} + T_{mз}, \quad (2.28)$$

де T_p – необхідна глибина каналу, що розраховується, приймається більша з трьох обчислених, м; $T_{mз}$ – глибина нерозрахункового каналу, що впадає в гирло (звичайно транспортуючого збирача), м;



$h_{нос}, h_{ер}, h_{поб}$ – розрахункові глибини наповнення каналу при посівній, високолітпій і побутовій витратах, м.

При використанні осушуваних земель під озимі зернові поперечний переріз каналу приймають таким, щоб забезпечити пропуск паводкових витрат на рівні бровок каналу, тобто $T_p = h_{нав}$.

Для осушувальних каналів, що проектується у торфових ґрунтах по новій трасі, необхідно враховувати осідання торфового покладу і зменшення при цьому глибини каналу. У цих випадках будівельна глибина каналу $T_{буд}$ повинна бути збільшена на величину осідання торфу O_n (рис. 2.23).

$$T_{буд} = T_p + O_n \quad (2.29)$$

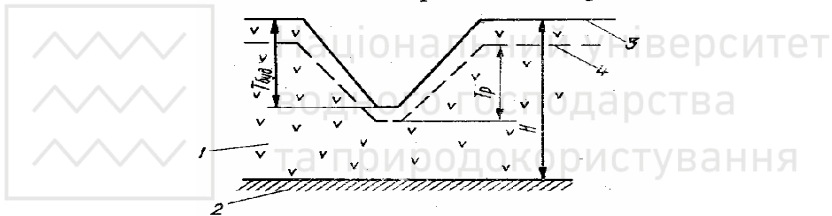


Рис. 2.23. Схема до розрахунку осідання торфу:
1 – торф; 2 – мінеральний ґрунт; 3 – поверхня торфового покладу до осідання; 4 – те саме після осідання торфу

Величину осідання для низинних торфовищ визначають за формулою О.Д. Панадіаді:

$$O_n = 0,18kH_0^{0,35}T_p^{0,64} \approx 0,18k^3 \sqrt{HT_p^2}, \quad (2.30)$$

де k – коефіцієнт, що залежить від щільності торфу, для щільних торфовищ приймають 1, для менш щільних – 1,4, для пухких – до 1,8; H_0 – середня по трасі каналу потужність торфу, м; T_p – розрахункова глибина каналу, м.

При потужності торфу H_0 менше глибини каналу T_p при розрахунку приймають $T = H_0$ і $O_n = 0,18 \cdot kH_0$.



Особливості встановлення розмірів провідних каналів:

1. Для невеликих осушувальних каналів, що прокладаються по цілині, ширину їх по дну, м, приймають $b = \frac{1}{3}Q$, де Q – посівна або висока літня витрата води, якщо остання перевищує посівну не менше ніж в 1,5 рази, м³/с.

Потім встановлюють необхідні T_p і $T_{б\gamma\delta}$. При цьому переріз каналу буде наближатись до гідравлічно найвигіднішого, з оптимальним співвідношенням між шириною і глибиною каналу.

2. Для великих каналів, що проходять по існуючим водотокам, не завжди витримуються гідравлічно найвигідніші перерізи; тут проекту глибину каналу приймають за середньою глибиною річки з заглибленням мілких і зарослих ділянок. Якщо існуючі розміри русел недостатні, то проектують розширення русла.

3. При заляганні пісків на невеликій глибині для підсилення осушення канали намагаються врізати в ці добре водопроникні ґрунти.

4. Якщо знизу залягають нестійкі ґрунти (пливуні, мули), то краще зменшити глибину каналу і не врізатись у ці нестійкі ґрунти. Переріз не буде гідравлічно найвигіднішим, зате він буде стійким.

2.4.3. Визначення витрат води і діаметрів закритих колекторів

На відміну від відкритих каналів, дренажні системи, як правило, розраховуються на внутрішній (дренажний) стік, тобто на ту кількість води, що надходить у дренажну систему з ґрунту.

Розрахункова витрата води дренажних колекторів, л/с, збільшується від верхів'я до гирла і в будь-якому перерізі визначається за формулою (рис. 143) $Q_x = q_p F_x$, де q_p – розрахунковий модуль дренажного стоку, л/(с-га); F_x – площа дренавання, га.

Модуль дренажного стоку або внутрішній стік з одиниці площі можна визначити за теоретичними або емпіричними формулами, за даними водно-балансових розрахунків або за рекомендаціями.

Розрахунковий модуль дренажного стоку q_p часто визначають за формулою А.М. Янголя :



$$q_p = q_0 k_N k_B k_E, \quad (2.31)$$

де q_0 – рекомендований модуль дренажного стік, приймається залежно від використання осушуваних земель; k_N – коефіцієнт, що залежить від річної норми опадів N , приймається при $N = 500 \dots 600 \text{ мм}$ $k_N = 1,0$; при $N = 600 \dots 700 \text{ мм}$ – $k_N = 1,19$; при $N = 700 \dots 800 \text{ мм}$ $k_N = 1,21$; k_B – коефіцієнт, що залежить від водопроникності ґрунтів: для слабо водопроникних глинистих ґрунтів приймається $0,7$; середньо водопроникних суглинків – $0,9$ і добре водопроникних піщаних ґрунтів – $1,38$; k_E – коефіцієнт, що залежить від відстані між дренами E , приймається при $E = 10 \text{ м}$ – $k_E = 1,0$; при $E = 20 \text{ м}$ – $k_E = 0,70$; при $E = 30 \text{ м}$ – $k_E = 0,65$.

Розрахунковий модуль дренажного стоку для різних районів і ґрунтів коливається в межах від $0,4$ до $1,0$ л/(с-га).

Пропускна здатність Q , м³/с, дренажних колекторів і швидкість руху води в них, V , м/с, розраховуються за формулами рівномірного руху води і при повному наповненні труб:

$$Q = \omega \cdot V, \quad (2.32)$$

$$v = C \sqrt{R_i} = k \sqrt{d_i}, \quad (2.33)$$

де ω – площа перерізу колектора, м $\omega = \frac{\pi d^2}{4}$; d – внутрішній діаметр колектора, м; R – гідравлічний радіус, для круглого перерізу $R = \frac{d}{4}$; C – швидкісний коефіцієнт, визначається при

коефіцієнті шорсткості $n = 0,012 \dots 0,016$ – $k = \frac{C}{2}$.

Допустимі швидкості, руху води у дренажних колекторах приймаються в межах від $0,2$ до $1,2 \dots 1,5$ м/с. Якщо фактичні швидкості допустимі, слід змінити похили колекторів. Для зменшення похилів або збільшують довжину колекторів, трасуючи

їх зигзагоподібними у плані, або проектують на них колодязі-перепади.

При визначенні діаметрів гончарних колекторів необхідно пам'ятати, що витрати в них збільшуються безперервно від верхів'я до гирла, а колектори влаштовують з труб стандартних діаметрів. Тому підбирання діаметрів колекторів зводиться до встановлення ділянок з певними діаметрами і призначення місць зміни їх.

Принцип підбору діаметрів колекторів такий. У верхів'ї приймають діаметр колектора 7,5 см. Тут фактична дренажна витрата буде менше пропускної здатності колектора. З таким діаметром проектують колектор доти, поки витрата води, що знаходить, не буде дорівнювати пропускній здатності колектора. Тут змінюють діаметр колектора на більший стандартний – 10 см і т.д. При цьому розрахунок виконують у такій послідовності:

1. У верхів'ї колектора при $d_1 = 7,5 \text{ см}$ і заданому значенні i встановлюють Q_1 і V_1 . Якщо швидкість недопустима, змінюють похили колектора i .

2. Визначають площу F_1 та, яка буде обслуговуватись (дренуватися) колектором при d_1 : $F = \frac{Q_1}{q_p}$.

3. Якщо всі дрени мають однакову довжину L_{op} , відстань E і площа дренавання $F_{op} = EL_{op}$, то кількість дрен n_1 на площі F_1 буде дорівнювати $n_1 = \frac{F_1}{F_{op}}$.

При цьому діаметр колектора на наступний стандартний необхідно змінювати після підключення до нього n дрен, рахуючи зверху.

Якщо дрени мають неоднакову довжину і площу обслуговування, то встановлюють сумарну довжину дрен $\sum L_1$ при перевищенні якої змінюють діаметр на наступний стандартний :

$$\sum L_1 = \frac{10000F_1}{E}, \text{ м} \quad (2.34)$$



оскільки площа обслуговування першої дрени $F_{dp} = EL_{dp1}$, другої – $F_{dp} = EL_{dp2}, \dots$, $F_{dprn} = EL_{dprn}$ і сумарна площа їх дренажування $\sum F_i = E \sum L_{ih}$.

Далі при d_2 розрахунки повторюють.

2.4.4. Огороджувальна осушувальна мережа

Огороджувальна мережа призначена для захисту осушуваної території від припливу зовні поверхневих або ґрунтових вод. Надходження надлишкових вод збоку, звичайно, є неосновною, але дуже поширеною причиною надлишкового зволоження, воно підсилює дію інших причин, і тому огороджувальна мережа є необхідною частиною більшості осушувальних систем.

Для огороження від припливу поверхневих вод застосовують відкриті нагірні канали, приплив ґрунтових вод перехоплюють відкритими ловильними каналами або закритим ловильним дренажем.

Нагірні канали прокладають вздовж верхньої межі осушуваної території, у місцях інтенсивного припливу поверхневих вод з водозборів, що розміщені вище. За наявності зораних еродованих схилів огороджувальні канали для запобігання їх замуленню зміщують на 40...60 м нижче подошви схилу (рис. 2.24).

Огороджувальні канали у плані можуть бути суцільними або переривчастими (рис. 2.25). Суцільні канали краще перехоплюють поверхневі води, але через велику протяжність перевантажені водою. Переривчасті канали не перешкоджають сполученню між осушуваними ділянками і прилеглою територією. При проектуванні систем двосторонньої дії огороджувальні капали використовуються для підведення води на зволоження і, звичайно, проектуються суцільними.

Форма поперечного перерізу огороджувальних каналів, звичайно, трапецієвидна. Розміри нагірних каналів розраховуються на максимальний приплив поверхневих вод з прилеглих водозборів, але частіше приймаються конструктивно: глибина їх – 1,0...1,5 м, ширина по дну – 0,4...0,6 м, закладання укосів – $m = 1,0...2,0$.



Національний університет
водного господарства
та природокористування

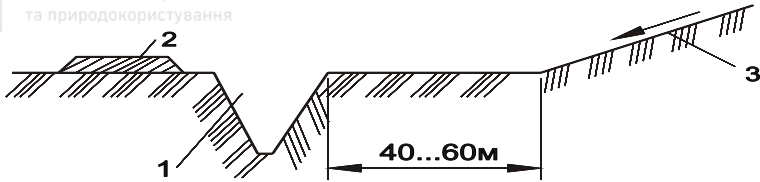


Рис. 2.24. Розміщення нагрівного каналу для перехвату поверхневих вод:
1 – нагрівний канал; 2 – кавальєр вийнятого ґрунту;
3 – еродований схил

Для полегшення надходження води у нагрівні канали весь ґрунт, що з них виймають, складають на низову сторону (і в наступному розрівнюють); для кращої стійкості каналів укіс з боку припливу води виконують більш пологим.

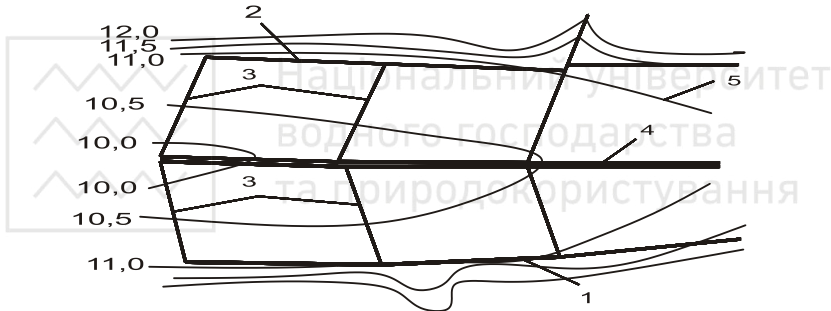


Рис. 2.25. Схеми розміщення в плані нагрівних каналів:
1 – суцільний нагрівний канал; 2 – переривчастий нагрівний канал;
3 – транспортуючі збирачі; 4 – магістральний канал; 5 – горизонталі

Ловильні канали проектують по лінії вклинювання ґрунтових вод або в місцях меншої потужності водоносного горизонту.

Глибину ловильних каналів призначають такою, при якій би на осушуваній території за каналом забезпечувалось необхідне зниження рівня ґрунтових вод. При значній потужності водопроникних ґрунтів ловильні канали проектується глибиною 1,5...2,0 м, тобто на 0,5...0,7 м глибше норми осушення. При цьому частина ґрунтового потоку буде проходити під дном каналу, але на осушуваній території буде забезпечене необхідне зниження ґрунтових вод (рис. 2.26).

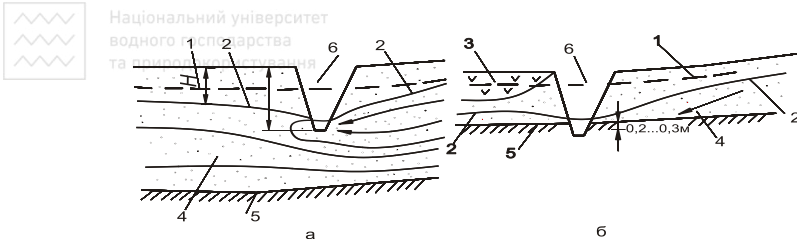


Рис. 2.26. Схема ловильних каналів:

- а – при глибокому заляганні водоупору; б – при близькому заляганні водоупору;
 1 – рівень ґрунтових вод до влаштування каналів; 2 – те саме після огороження ловильними каналами; 3 – торф; 4 – піщані ґрунти; 5 – водоупор; 6 – ловильний канал

Якщо ж водоносний пласт, що живить осушувану ділянку, на глибині до 1,5...2,0 м підстиляється водотривким шаром, то ловильний канал врізають на 0,2...0,3 м у цей шар, у цьому випадку досягається повне перехоплення ґрунтових вод (рис. 2.26).

Відкриті ловильні канали, як правило, перехоплюють і поверхневі води, тому вони найчастіше є нагріно-ловильними; винятки з них ґрунт потрібно вкладати на низову сторону. Коефіцієнти закладання укосів для глибших ловильних каналів приймають більшими (приблизно на 0,5), ніж для нагріних каналів.

Замість глибоких (2,5...3,0 м) відкритих ловильних каналів, під якими втрачається значна площа і переріз яких нестійкий, проектують закриті ловильні дрени. Для кращого перехоплення ґрунтових вод траншею над дреною слід засипати водопроникними ґрунтами.

2.4.5. Дороги на системі

Для ефективного використання осушуваних земель, підвезення насіння, добрив, пального і вивезення зібраного врожаю, а також для забезпечення нормального функціонування меліоративної системи проектується дорожня мережа.

Автомобільні дороги на осушуваних землях за своїм призначенням поділяються на: міжгосподарські, що з'єднують господарства з районними центрами, залізницями, пристанями та ін.; внутрішньогосподарські, що з'єднують центральну садибу з міжгосподарськими дорогами, бригадами, відділеннями, фермами та ін.; польові, що з'єднують окремі осушувані ділянки і поля з



внутрішньогосподарськими дорогами, бригадами і фермами; експлуатаційні, призначені для нагляду і ремонту осушувальних каналів і споруд. Крім того, для проходу худоби на пасовища влаштовують скотопрогони; при проектуванні слід суміщувати дороги різного призначення (наприклад, польові з внутрішньогосподарськими або експлуатаційними), прокладати їх найкоротшим шляхом з меншою кількістю перетинів річок і каналів, оскільки в кожному місці перетину необхідно будувати мости або труби-переїзди.

Найбільш вантажонапружені міжгосподарські і внутрішньогосподарські дороги повинні експлуатуватись цілорічно; їх прокладають на мінеральних ґрунтах, бажано па підвищених місцях, а на болотах – на ділянках з меншою потужністю торфу.

Траси внутрішньогосподарських доріг розміщують по межах сівозмін, полів та інших угідь.

Висоту насипу таких доріг призначають з умови незатоплюваності паводковими водами. Залежно від виду ґрунтів, дорожньо-кліматичних зон та інтенсивності руху транспорту підвищення дорожнього полотна над максимальним розрахунковим горизонтом води приймається від 0,3 до 0,5 м. Ширина проїжджої частини міжгосподарських і внутрішньогосподарських доріг приймається залежно від класу доріг, але не менше 3,5 м. Вздовж доріг передбачають обочини шириною не менше 1,0 м.

Полотно вантажонапружених доріг насипають із міцних піщаних ґрунтів, виймаючи по трасі доріг торф.

Для внутрішньогосподарських доріг з інтенсивністю руху до 50 машин за добу допускається застосування суміші торфу з піском. Полотно міжгосподарських і внутрішньогосподарських доріг, як правило, повинне мати тверде покриття – камінне, гравійне або щебеневе, для найбільш вантажонапружених доріг – асфальтове або навіть бетонне.

Для підвищення міцності дорожнього полотна його потрібно добре осушувати, для чого з обох боків дороги проектують кювети глибиною до 1,0...1,5 м. При прокладанні доріг вздовж каналів кювет проектують з одного боку.

Польові дороги проектують так, щоб забезпечувався заїзд на всі осушувані ділянки, обмежені відкритими каналами. Їх прокладають, звичайно, вздовж транспортуючих збирачів та інших каналів з



низової сторони для того, щоб дорожнє полотно не перешкоджало припливу поверхневих вод з осушуваної території. Вздовж невеликих осушувальних каналів, наприклад, відкритих колекторів, дороги, як правило, не влаштовують.

Експлуатаційні дороги проєктують вздовж магістральних та інших великих каналів з того боку, з якого впадає менша кількість бічних каналів.

Польові та експлуатаційні дороги прокладають по розрізних кавальєрах, висота яких становить 0,2...0,3 м. Твердого покриття не передбачають. Вздовж польових та експлуатаційних доріг кювети не проєктують, а осушення їх полотна забезпечується поряд розміщеним каналом. Такі дороги, що проходять по річних заплавах, у періоди повені будуть затоплюватись.

Для скиду води з мікропонижень і кюветів у тілі дорожнього полотна укладають труби або влаштовують водоскидні воронки.

На більшості автомобільних доріг передбачають декоративне і снігозахисне озеленення.

2.4.6. Споруди на осушувальних системах

Для забезпечення нормальної роботи осушувальні системи обладнують гідротехнічними, дорожніми, природоохоронними та експлуатаційними спорудами і пристроями.

Споруди, що влаштовуються на відкритих осушувальних каналах, за призначенням поділяються на 5 груп:

1) регульовальні – призначені для регулювання рівнів і в окремих випадках витрат води у каналах; застосовуються на осушувально-зволожувальних та осушувальних системах з попереджувальним шлюзуванням; до них належать шлюзи-регулятори різного типу;

2) переїзні – забезпечують переїзд через канали і річки; до них належать мости, трубчасті переїзди та пішохідні містки;

3) спряжувальні – призначені або для зменшення похилів каналів (перепади і швидкотоки), або для спряження каналів у місцях пересічення їх з балками, ярами та іншими водотоками (дюкери і акведуки);

4) природоохоронні – застосовують для охорони тваринного і рослинного світу, рекреаційних та інших цілей; до них належать



водопої, відстійники, мости-переходи для диких тварин, охоронні зони на водотоках та ін.;

5) експлуатаційні – забезпечують контроль та керування водним режимом ґрунтів на системі; до них належать: гідромеліоративні створи із спостережними свердловинами, гідрометричні пости, водоміри, засоби зв'язку і керування.

Споруди різного призначення слід, при можливості, суміщувати (наприклад, шлюзи-регулятори з переїздами, перепадами та ін.).

Руслові шлюзи на магістральних каналах проектують у створах, що мають найкращі умови командування для подачі води в осушувальну та зволожувальну мережу. На осушувальних системах з попереджувальним шлюзуванням руслові шлюзи створюють підпір води у каналах, розміщених вище шлюзів; їх розміщують на таких відстанях L , щоб різниця горизонтів води Δh у нижньому і верхньому б'єфах не перевищувала 40...60 см.

$$L = \frac{2\Delta h}{i}, \quad (4.11)$$

де i – похил дна каналу.

На осушувально-зволожувальних системах шлюзи-регулятори призначені в основному для створення командування над територіями, що розміщені нижче; їх проектують у місцях подачі води у зволожувальні канали.

На бічних каналах шлюзи-регулятори необхідно розміщувати з розрахунку створення у каналах горизонтів (30...60 см від бровки), що забезпечують подачу води у кореневмісний шар ґрунту. При цьому на транспортуючих збирачах і відкритих колекторах проектують, як правило, по два шлюзи-регулятори – один у гирлі для створення підпору води, другий – водовипуск у верхів'ї каналу. За наявності великого похилу дна каналу передбачаються проміжні підпірні споруди (див. рис. 4.7).

Підпірні шлюзи на великих магістральних каналах влаштовують відкритими, індивідуальної конструкції з клапанними, сегментними або іншими затворами. Отвори цих споруд дво-, три- або багатоочкові. На невеликих каналах застосовують типові одно- або двоочкові шлюзи-регулятори із збірних залізобетонних труб діаметром від 80 до 200 см і плоскими металевими затворами (рис. 2.27).

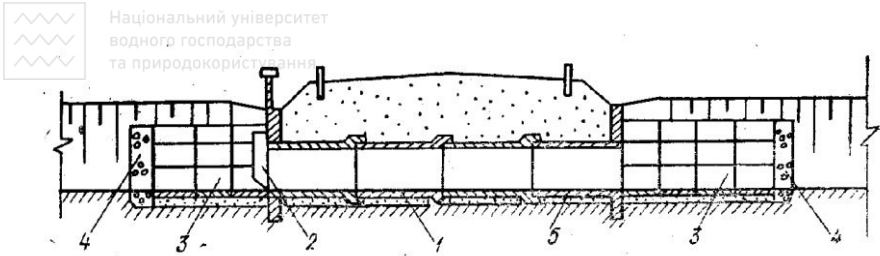


Рис. 2.27. Шлюз-регулятор з переїздом на осушувальному каналі:
 1 – збірна залізобетонна труба; 2 – коробчатий затвор;
 3 – плити кріплення; 4 – гравійна або щебенева відсіпка;
 5 – щебенева підготовка

Для переїзду через річки-водоприймачі і великі осушувальні канали (з витратами понад $10 \text{ м}^3/\text{с}$) будують мости, на невеликих каналах – трубчасті переїзди. У зонах населених пунктів і відпочинку людей на каналах влаштовують перехідні містки.

Великі гідротехнічні споруди проєктують незатоплюваними, і їх отвори розраховують на максимальні паводкові витрати забезпеченістю 1...10% (залежно від класу споруди). Невеликі шлюзи-регулятори на магістральних каналах і бічній мережі, розміщені на заплавах, можуть затоплюватись під час паводків; їх отвори розраховують на витрати, що відповідають пропускній здатності каналу.

На закритих дренажних системах влаштовують гирлові споруди і колодязі (див. рис. 2.28).

Гирла закритих колекторів є найвідповідальнішими спорудами на дренажних системах, вони значною мірою піддаються пошкодженням, їхні несправності виводять з ладу дренажну систему.

Гирлові споруди являють собою кінцеву частину дренажного колектора довжиною 2,0...2,5 м, підсилена, звичайно, азбестоцементною трубою, і закріплену ділянку укосу каналу у місці виходу колектора (рис. 2.28).

Для запобігання підпору води та замуленню дно дренажних колекторів повинно бути розміщено вище дна каналу не менше як на 0,3 м і вище побутових горизонтів води не менше як на 0,1 м.

Колодязі на дренажній мережі за своїм призначенням поділяються на такі:



1) **з'єднувальні** – влаштовують у вузлах з'єднання кількох колекторів або в місцях різких поворотів їх у плані;

2) **регулятори** – застосовують на осушувально-зволожувальних системах для створення підпору води у колекторах за допомогою засувок;

3) **поглиначі** – влаштовують для відведення поверхневих вод із замкнутих та безстічних понижень, а також у місцях впуску відкритих каналів у закриті колектори;

4) **відстійники** – застосовують для осадження завислих наносів з дренажних вод, проектують у місцях різкого зменшення за течією похилів колекторів і швидкостей руху води в них;

5) **перепади** – влаштовують на ділянках з великими похилами поверхні землі для зменшення похилів колекторів і спряження дренажних ліній на різних рівнях.

За конструкцією колодязі можуть бути відкритими або закритими (див. рис. 2.28). Найчастіше проектують відкриті колодязі, кришка яких підвищена над землею не менше як на 0,3 м; такі колодязі легко відкривати і прочищати. У закритих колодязях кришка заглиблена не менше як на 0,7...0,8 м від поверхні землі для того, щоб вони не перешкоджали глибокому розпушенню ґрунту. Експлуатація таких колодязів складніша, і вони рідше використовуються.

На ділянках, що мають у ґрунтових водах закисле залізо, слід влаштовувати закриті колодязі.

Дно колодязів заглиблюють приблизно на 0,4 м нижче дна підключення дренажних колекторів для того, щоб тут осідали і нагромаджувались завислі наноси. Тому колодязі всіх типів виконують функції осаджувальних.

Споруди на відкритих каналах і закритих колекторах розміщують на міцній основі, при наявності слабкої основи (пливунів, мулів, торфів та сапропелю) передбачають піщані подушки або розвантажувальні плити.

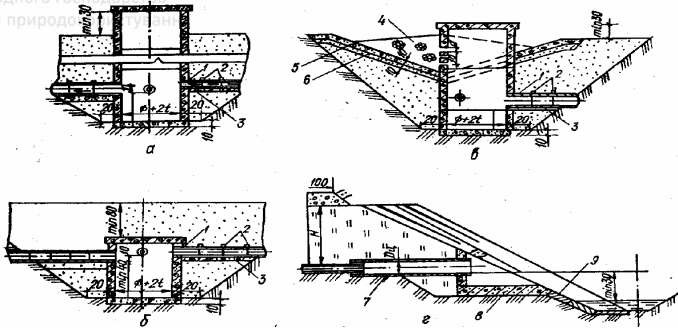


Рис. 2.28. Споруди на дренажній осушувальній мережі:
а – колодязь відкритий; *б* – колодязь потайний;
в – колодязь з фільтром-поглиначем; *г* – гирло дренажне;
1 – закладка бетоном; 2 – мішкови́на, просочена бітумом;
3 – гравійна підготовка; 4 – засипання камінням ($d=10...20$ см) з галькою
($d = 2...10$ см); 5 – гравій; 6 – пісок; 7 – азбестоцементна труба; 8 – оголовок гирла;
9 – плити кріплення

Контрольні питання:

1. Для яких періодів визначаються розрахункові витрати у річках і каналах?
2. Мета гідравлічного розрахунку каналу?
3. Мета гідравлічного розрахунку закритих колекторів?
4. Призначення огорожувальної мережі? Її параметри?
5. Призначення доріг на осушувальній системі?
6. Які споруди проектуються на осушувальних системах?
Їх призначення?

2.5. Управління водним режимом осушуваних ґрунтів

У зоні осушення річна кількість опадів становить 500...650 мм, а за вегетаційний період у середньому 300...350 мм. Сумарне випаровування (водоспоживання) сільськогосподарських культур у цій зоні приблизно дорівнює 400...600 мм. Отже, у літні періоди через недостатню кількість опадів і нерівномірність їх розподілу більшість сільськогосподарських культур погано переносять нестачу вологи у кореневмісному шарі ґрунту. Навіть у нормальні і вологі роки бувають тривалі бездощові періоди, коли природної вологи у ґрунті не вистачає, поверхня ґрунту розтріскується, що приводить до глибокого його висушування. Ці явища



спостерігаються як на богарних, так і на осушуваних землях.

Поповнення недостатньої кількості вологи у ґрунті на осушуваних землях можна здійснювати шляхом внутрішньогрунтового зволоження кротовими і гончарними дренами. Гарантоване водозабезпечення осушуваних боліт запобігає від можливих випадків пожежі па торф'яних ґрунтах.

Щоб системи могли працювати у режимі зволоження, їх обладнують регулюючими спорудами і установками, що дозволяють зволожувати ґрунт у потрібні строки і в необхідній кількості.

Джерелами води для зволоження осушуваних земель можуть бути річки, водосховища, ставки, підземні і стічні води та ін. Найбільш поширеними і доступними є води поверхневого стоку, які рекомендується використовувати у першу чергу. Зволоження цими водами поліпшує не тільки водний, а й поживний режим ґрунту завдяки використанню розчинених і завислих живильних речовин, що містяться у річній воді.

У зоні осушувальних меліорацій як джерело води можуть використовуватись також підземні води, які забирають за допомогою вертикальних свердловин. Така вода попередньо підігрівається у регулювальних басейнах, або осушувальних каналах, потім використовується для зволоження найчастіше шляхом дощування. Стічні води можна використовувати на осушуваних землях для зволоження після повної біологічної очистки і одержання дозволу санепідемстанції. Цінним джерелом зволоження можуть бути теплообмінні води ТЕЦ і ГРЕС, що ідуть на скид після охолодження. Маючи порівняно високу температуру (порядку 32...38°C), вони позитивно впливають на розвиток сільськогосподарських культур, особливо на початку вегетаційного періоду.

При проектуванні зволоження спочатку встановлюють джерело зволоження, визначають його зрошувальну здатність і витрату води з джерела з потребою води на зволоження, визначену в результаті водобалансових розрахунків для років 50, 75 і 90%-ї забезпеченості за опадами.

Зволоження осушуваних земель за рахунок місцевого стоку проектується на системах, обладнаних лише шлюзами-регуляторами. При внутрішньогрунтовому зволоженні осушуваної ділянки або масиву, джерелом зволоження у більшості випадків може бути



зарегульована річка або водоймище, з яких вода подається самопливом або за допомогою насосних станцій. На таких системах передбачаються додаткові канали або закриті колектори-зволочувачі, що забезпечують подачу води замкнутим циклом.

На осушувальних системах з використанням дощувальної техніки, крім шлюзів-регуляторів, проектується закрыта зрошувальна мережа за схемою, що залежить від типу дощувальної машини або установки. При цьому передбачається гарантоване джерело води для зрошення.

2.5.1. Методи і способи зволоження осушуваних земель

Зволоження сільськогосподарських культур здійснюється за принципом подачі додаткової вологи у кореневмісний шар ґрунту. Рекомендуються такі основні методи зволоження: *підґрунтове зволоження* (шлюзування) і *дощування*.

Підґрунтове зволоження передбачає підвищення, уповільнення або повне припинення зниження рівня ґрунтових вод шляхом створення підпору води (шлюзування) в осушувальній мережі завдяки стоку з власного водозбору та за рахунок подачі води зовні. Підґрунтове зволоження здійснюється за принципом періодичного підйому рівнів ґрунтових вод і створення у кореневмісному шарі ґрунту оптимальної вологості.

Дощування проводиться дощувальними машинами або установками.

Способи зволоження – це технічні прийоми або засоби, за допомогою яких здійснюється той чи інший метод зволоження у даних конкретних умовах.

Підґрунтове зволоження осушуваних земель здійснюється такими способами: інфільтрацією води з одиночного каналу або систематичної відкритої осушувальної мережі; по кротовим дренам; за допомогою матеріального дренажу.

Залежно від природно-господарських і ґрунтово-кліматичних умов, зволоження відбувається такими способами: торфовищ глибиною торфу понад 1,0 м – по кротовим або гончарним дренам; мінеральних земель, мілких торфовищ і оторфованих земель дощуванням: овочевих культур і культурних пасовищ у всіх випадках дощуванням.

Спосіб зволоження визначає характер регулюючої



2.5.2. Підґрунтове зволоження

У посушливі періоди вегетації, коли швидко знижується рівень ґрунтових вод на осушуваній території, виникає необхідність припинення стоку води і наступного зниження рівня ґрунтових вод. Цього досягають підпором води в осушувальній мережі шляхом шлюзування, тобто підґрунтового зволоження. Підґрунтове зволоження доцільно застосовувати у таких випадках: при наявності ґрунтів з коефіцієнтом фільтрації не менше 0,5 м/доб; при спокійному мікрорельєфі і похилах місцевості не більше 0,005; при використанні осушуваних земель переважно під багатуокісні луки; при наявності інтенсивного ґрунтового водного живлення.

Розрізняють *попереджувальне* і *зволожувальне* шлюзування. За допомогою попереджувального шлюзування уповільнюють або повністю припиняють стік з осушуваної території на спаді весняного паводка і після літніх дощів. Рекомендується застосовувати при обмежених водних ресурсах власного водозбору і відсутності зовнішніх вододжерел.

Зволожувальне шлюзування застосовують у тому випадку, коли є постійне джерело води, що дає змогу подавати її в осушувальну мережу протягом усього вегетаційного періоду. Цей вид шлюзування потребує густої мережі каналів або дрен.

Підґрунтове зволоження шляхом інфільтрації води із відкритих осушувально-зволожувальних каналів можна передбачати при наявності добре водопроникних ґрунтів, що дозволяють здійснювати цикл зволоження за 6...10 діб при прийнятій за умовами осушення відстані між каналами. Зволоження середніх і важких за механічним складом ґрунтів, осушених за допомогою матеріального дренажу, повинне здійснюватись у комплексі з агро меліоративними заходами (розпушення, кротування). Шлюзи-регулятори на осушувально-зволожувальних каналах необхідно будувати так, щоб рівень води між суміжними шлюзами підтримувався на глибині 0,2...0,5 м від бровки (рис. 2.29). На системах попереджувального шлюзування шлюзи-регулятори передбачаються на магістральних і провідних каналах, у створах, що забезпечують найкраще командування над осушувально-



зволожувальною мережею, а також у гирлах колекторів-зволожувачів.

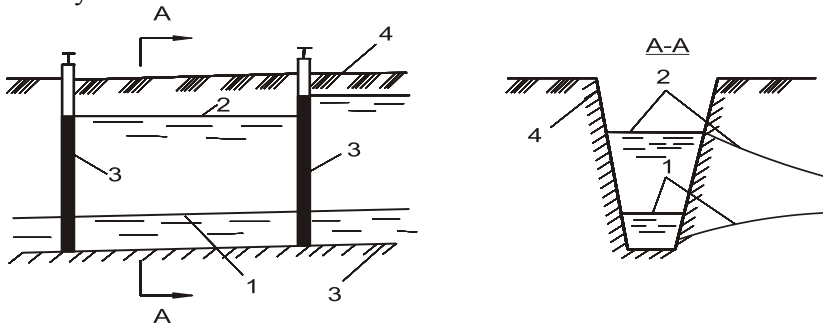


Рис. 2.29. Схема шлюзування одного каналу
1 – рівень води в каналі і ґрунтових вод до шлюзування;
2 – те саме після закриття шлюзу; 3 – шлюзи-регулятори;
4 – поверхня землі; 5 – дно каналу

2.5.3. Дощування осушуваних земель

Зволоження дощуванням застосовується при використанні осушуваних земель під овочеві і кормові культури, сади і культурні пасовища, на ділянках з слабководопроіонними ґрунтами, при наявності розвинутого мікрорельєфу на місцевості з великими похилами. Для зволоження у цьому випадку застосовують дощувальні машини, які найбільш поширені.

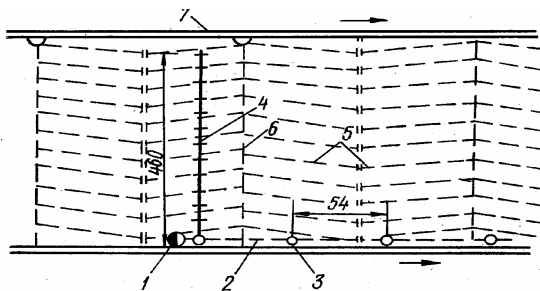


Рис. 2.30. Схема поливу машиною «Днепр» (ДФ-120):
1 – пересувна насосна станція; 2 – закритий напірний трубопровід;
3 – гідрант; 4 – машина «Днепр»; 5 – дрени; 6 – колектор;
7 – осушувальний канал

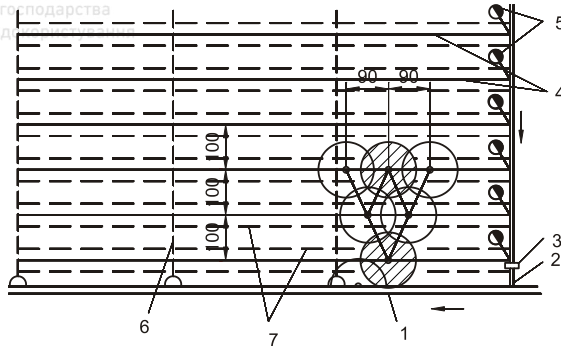


Рис. 2.31. Схема осушувально-зволожувальної системи з використанням установки ДДН-70 з забором води із відкритих каналів (тимчасових зволожувачів):

- 1 – провідний канал; 2 – розподільний канал; 3 – шлюз-регулятор;
- 4 – тимчасовий зволожувач; 5 – водовипуск;
- 6 – закритий колектор; 7 – дрени

Середньострумніні – КИ-50; «Сигма», «Волжанка», «Фрегат», «Днепр», далекострумніні – ДДН-70, ДДН-100.

Тип вибраної машини залежить від рельєфу і конфігурації полів, всмоктувальної і несучої здатності ґрунту, конструкції осушувальної мережі і характеру сільськогосподарського використання земель.

Для різних за механічним складом ґрунтів рекомендуються такі значення допустимої інтенсивності дощу: піщаних – 0,15...0,70 мм/хв, супіщаних – 0,15...0,50, суглинкових – 0,10...0,40 і глинистих – 0,10...0,20 мм/хв.

Зрошувальні системи при дощуванні можуть бути стаціонарними, напівстаціонарними або пересувними.

На осушуваних землях найчастіше застосовуються напівстаціонарні і пересувні системи дощування, що складаються зі стаціонарних або пересувних насосних станцій і трубопроводів, а також пересувних дощувальних машин фронтальної дії типу «Волжанка», «Днепр» (рис. 2.30) або колового поливу типу ДДН (рис. 2.31). Воду для дощування, як правило, забирають з осушувальних каналів.

Режим зволоження. При зволоженні осушуваних земель розрахунковими елементами режиму зволоження є: **норми зволоження** (поливні норми кожної культури сівозміни); **кількість**,

тривалість і терміни зволоження; сумарна витрата води, необхідної для зволоження площі кожної культури і всієї площі системи; витрата води, що подається з джерел у підвідні канали.

Режим зволоження розробляють для умов середнього, посушливого і гостро посушливого років з такими забезпеченостями: середній рік – 50% за опадами і 50% за дефіцитами вологості повітря; посушливий – 75% за опадами і 25% за дефіцитами вологості повітря; гостро посушливий – 90% за опадами і 10% за дефіцитами вологості повітря

За розрахункову забезпеченість зволоження для зони осушення України приймають посушливий рік, що відповідає 75%-й забезпеченості за опадами.

Приблизний режим зволоження дощуванням для різних ґрунтів для умов Полісся України, за даними досліджень Національного університету водного господарства та природокористування, наведений у табл. 2.7.

Таблиця 2.7

Елементи режиму дощування осушуваних земель в умовах Полісся України

Осушувальні землі	Рівні ґрунтових вод за вегетаційний період (V-XI)					
	1...1,5 м			0,7...1,3 м		
	Поливна норма, м ³ /га	Кількість поливів	Зрошувальна норма, м ³ /га	Поливна норма, м ³ /га	Кількість поливів	Зрошувальна норма м ³ /га
Глибокі торфовища	400... 500	3...4	1400... 1800	400... 500	2...3	1000... 1200
Мілкі торфовища	500... 600	3...4	1500... 2000	400... 500	2...3	1000... 1200
Мінеральні	300... 400	3...4	1200... 1400	200... 300	2...3	800... 1000



При підґрунтовому зволоженні по кротових, гончарних дренах або шляхом інфільтрації з каналу поливні і зрошувальні норми з урахуванням втрат на фільтрацію і поповнення рівня ґрунтових вод повинні бути збільшені на 20%.

Тривалість зволоження сільськогосподарських культур на осушуваних землях залежить від способів, норми зволоження і водопроникності ґрунту. Орієнтовні значення тривалості зволоження такі: при зволоженні по кротових дренах у торфах з низькою водопроникністю – 3...5 діб; на торфах з доброю водопроникністю – до 3 діб; при зволоженні по трубчастих дренах тривалість зволоження збільшується у 1,5...2 рази; при зволоженні інфільтрацією з каналів – до 10 діб. При дощуванні тривалість зволоження залежить від продуктивності дощувального агрегату, але не повинна перевищувати 6...8 днів для кожної зволожуваної культури.

Строки зволоження визначають орієнтовно, за даними водно-балансових розрахунків.

2.5.4. Конструктивні особливості осушувально-зволожувальних систем

Використання для зволоження елементів лише однієї осушувальної мережі не завжди можливе. Причинами цього можуть бути великі похили місцевості, а отже, і каналів, у яких не можна створити напір для подачі води у дрени, розміщення осушувальної мережі в пониженнях рельєфу. Не завжди можна застосовувати і дощувальну техніку у зв'язку зі складністю пов'язування параметрів дощувальних машин з параметрами каналів та ін.

Тому проектування сучасних осушувально-зволожувальних систем часто потребує складніших інженерних рішень. У виробничій практиці застосовуються перспективні схеми осушувально-зволожувальних систем з можливістю внутрішнього зволоження, розроблені Національним університетом водного господарства та природокористування разом з інститутом «Укрдіпроект» (рис. 2.32, 2.33).

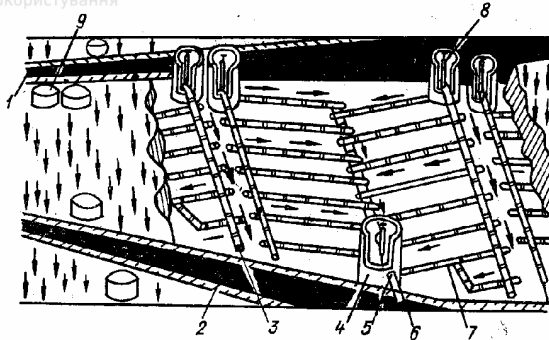


Рис. 2.32. Схема плано-вертикальної увязки елементів мережі з внутрішньогрунтовим зволожувачем:

- 1 – зволожувальний канал; 2 – осушувальний канал;
- 3 – зволожувальний колектор; 5 – осушувальний колектор;
- 6 – гирлові споруди; 7 – регулюючі дрени; 8 – регулятор рівня ґрунтових вод;
- 9 – регулювальні колодязі

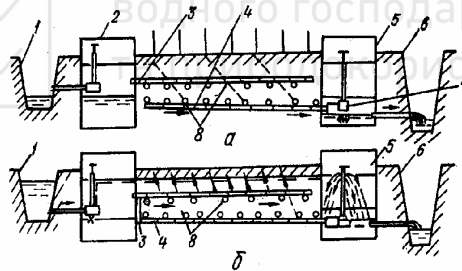


Рис. 2.33. Схема роботи дренажно-колекторної мережі:

- a* – в режимі осушення; *б* – в режимі зволоження;
- 1 – зволожувальний канал; 2 – регулювальний колодязь на зволожувальному колекторі; 3 – зволожувальний колектор;
- 4 – осушувальний колектор; 5 – регулювальний колодязь на осушувальному колекторі; 6 – осушувальний канал; 7 – регулятор рівня ґрунтових вод;
- 8 – регулювальні дрени

У запропонованих схемах більшість елементів осушувальних систем використовується для зволоження. Тут додатково проектуються лише підвідні канали, зволожувальні колектори і колодязі-регулятори. При зволоженні вода з підвідного каналу через колодязі-регулятори, встановлені у верхів'ї дренажних систем, надходить у закриті зволожувальні колектори, а звідти – у дрени.

При цьому у всій закритій мережі створюється підпір води за допомогою регуляторів рівня, встановлених у нижніх колодязях (рис. 2.33, б). У періоди надлишку води у ґрунті верхні колодязі-регулятори перекриваються, а відкриваються регулятори рівня, встановлені у нижніх колодязях, і вода із закритої мережі вільно стікає до осушувальних каналів (рис. 2.32).

Для забезпечення ефективного зволоження слабо-водопроникних глинистих ґрунтів як додаток до закритої дренажної мережі, закладеної на глибину 1,0...1,2 м, слід виконувати глибоке розпушення, кротування або щільовання ґрунтів. Нарізані перпендикулярно до регулювальних дрен щілини або кротовини на глибину 0,5...0,6 м або глибоке розпушення ґрунтів забезпечують швидше надходження води з дренажної мережі у кореневмісний шар ґрунту (рис. 2.34).

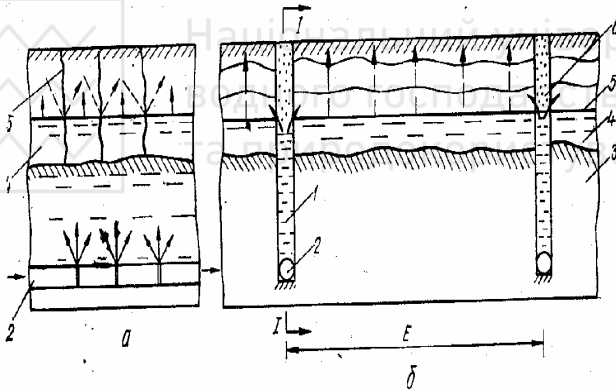


Рис. 2.34. Схема зволоження важких мінеральних ґрунтів:
a – розріз вздовж регулювальної дрени; *б* – розріз поперек регулювальної дрени;
 1 – дренажна траншея; 2 – регулювальна дрена; 3 – підорний нерозпушений шар ґрунту; 4 – розпушений шар ґрунту; 5 – щілини; 6 – дренажна засипка



Контрольні питання:

1. Як встановлюється необхідність у зволоженні земель?
2. Назвіть основні методи зволоження осушених земель.
3. Назвіть способи зволоження осушених земель.
4. У яких випадках застосовують підґрунтове зволоження?
5. У яких випадках застосовують дощування?
6. Які дощувальні машини застосовують для зволоження осушених земель?
7. Назвіть розрахункові елементи режиму зволоження осушених земель.
8. Наведіть схему осушувально-зволожувальної системи при дощуванні.





3.1. Зрошування земель і зрошувальні системи

3.1.1. Поняття про зрошування земель. Економічна ефективність зрошування

Зрошування – це штучне насичування вологою ґрунту, приґрунтового шару повітря, для підвищення його родючості.

Зрошувальні меліорації являють собою комплекс господарських, інженерних та організаційних заходів, спрямованих на доставку і рівномірний розподіл води на сільськогосподарських угіддях, де в природних умовах води не вистачає. В основу зрошувальних меліорацій покладено гідротехнічні прийоми подачі води і перетворення її у ґрунтову вологу.

У світі зрошується понад 270 млн. га, що становить 21% загальної площі ріллі і насаджень, а продуктами зрошеного землеробства забезпечується більше половини населення планети.

В Україні зрошувані землі займають 2,17 млн. га (приблизно 8% площі ріллі), але з них отримується до 30% валового виробництва продукції рослинництва.

Економічна ефективність зрошування полягає в тому, що завдяки підвищенню ефективної родючості ґрунту при зрошуванні збільшується виробництво сільськогосподарської продукції.

Таким чином, зрошування має велике значення для покращення показників всіх галузей сільськогосподарського виробництва. Воно дає змогу задовольняти потреби населення у продовольстві, створювати міцну кормову базу для незалежного розвитку тваринництва, забезпечувати високоякісною сировиною ряд галузей народного господарства країни. Зрошувані землі виконують роль своєрідного страхового фонду у продовольчому забезпеченні держави, особливо у посушливі роки.

3.1.2. Види зрошування. Встановлення необхідності у зрошуванні земель

Залежно від дії на ґрунт і рослини зрошування поділяється на зволожувальне, удобрювальне і спеціальне.



Зволожувальне зрошування переважає в Україні і поділяється на діюче регулярно та одноразово. При регулярно діючому зрошуванні ґрунт зволожується в необхідні строки і в потрібній кількості. При одноразово діючому зрошуванні ґрунт зволожується лише один раз на рік затопленням земель водами весняного стоку (лиманне зрошування) або паводковими водами (паводкове зрошування).

Удобрювальне зрошування застосовується для внесення добрив у ґрунт за допомогою води, що розчинює добрива і транспортує їх у ґрунт. Сюди відносяться також поливи стічними водами міської каналізації і промислових підприємств, а також повеневими водами, що мають велику кількість наносів, які відкладаються на полях і удобрюють їх.

Спеціальне зрошування включає тепловальне, окислювальне, ґрунтозахисне та ін. Тепловальне зрошування застосовують для зігрівання ґрунту шляхом поливу його водою теплішою, ніж ґрунт. Для цього застосовують відпрацьовані води теплоцентралей, термальні води та ін. Тепловальне зрошування є перспективним. При окислювальному зрошуванні поливну воду збагачують киснем і подають на ті поля, ґрунти яких мають мало кисню (рисові поля). Ґрунтоочисне зрошування застосовують для видалення з ґрунту надлишку солей, знищення шкідників сільськогосподарських рослин шляхом затоплення ґрунту водою. До спеціальних видів зрошування слід віднести актуальне в останні роки мікрозрошення садово-паркових насаджень, аеродромів, стадіонів, майданчиків для крокету, гольфу та ін.

Необхідність у проведенні зрошування земель визначається на основі водного балансу території. За головний показник при цьому приймається індекс сухості (I_c), який виражається відношенням величини випаровування E (витратна складова) до кількості опадів P (прибуткова складова). При $I_c < 1$ територія відноситься до зони достатнього зволоження, при $I_c = 1...2$ – до зони нестійкого зволоження, при $I_c = 2...3$ – до зони недостатнього зволоження. Якщо за вегетаційний період $I_c > 1$, то для підвищення урожаїв сільськогосподарських культур слід передбачати зрошування.



3.1.3. Способи зрошування

Залежно від подачі води у ґрунт зрошування поділяється на п'ять основних видів:

1) **поверхневе**, при якому вода розподіляється по поверхні поливної ділянки;

2) **дощування**, коли зрошування здійснюється у вигляді штучного дощу, що створюється спеціальними машинами, установками або агрегатами;

3) **дрібнодисперсне** (аерозольне), при якому зрошування здійснюється дрібно розпиленими крапленими води для регулювання температури і вологості приземного шару повітря;

4) **внутрішньогрунтове**, що здійснюється введенням води у підорний шар ґрунту. При цьому підтримується оптимальна вологість, зберігається структура кореневмісного шару ґрунту;

5) **субіригація** (підземне зрошування), при якій зволоження кореневмісного шару ґрунту здійснюється шляхом штучного підйому і підтримання рівня ґрунтових вод.

Найбільше поширене в Україні дощування (майже 98% зрошуваних площ). Але його частка в перспективі зменшиться за рахунок значного зростання обсягів застосування краплинного зрошування та мікродощування і поступового повернення до поверхневого способу поливу.

3.1.4. Вплив зрошування на ґрунт, рослини і мікроклімат

Поливна вода впливає на ґрунт, рослини і мікроклімат. Вплив зрошування на водно-фізичні і хімічні властивості ґрунту, мікробіологічні процеси і тепловий режим шару ґрунту з кореневою системою рослин є дуже значним. Надмірне зволоження руйнує структуру ґрунту, зменшує його шпаруватість і погіршує обмін повітря.

Зрошування сприяє розчиненню поживних речовин, що містяться у ґрунті, і підвищує їхню доступність для рослин. Але при надмірному зволоженні з верхніх шарів ґрунту вимиваються як шкідливі, так і корисні солі, підвищуються рівні ґрунтових вод, що призводить до заболочування зрошуваних земель, а при мінералізованих ґрунтових водах – і до засолення.



Якщо вологи мало, у ґрунті припиняються мікробіологічні процеси, а при підвищенні його вологості життєдіяльність мікроорганізмів зростає. Під впливом зрошування знижується температура ґрунту, підвищується його теплоємність і теплопровідність.

У період повітряної і ґрунтової засухи зрошування поліпшує постачання рослин водою, всмоктувальна сила коренів зменшується, збільшується листова поверхня, підвищується пружність (тургор) тканин.

Зрошування, особливо дощування і дрібнодисперсне, позитивно впливає на мікроклімат приґрунтового шару повітря зрошуваних полів. Удень поливи зменшують максимальну температуру повітря, а вночі збільшують мінімальну. При зрошуванні на 20...50% підвищується відносна вологість повітря. При наявності лісосмуг вплив зрошування на мікроклімат підсилюється.

Таким чином, наявність у ґрунті оптимальної кількості вологи та сприятливий мікроклімат створює умови для кращого протікання фізіологічних процесів і якість урожаїв.

3.1.5. Обводнення земель

Під **обводненням** земель розуміють підвищення водозабезпеченості території маловодних районів шляхом використання заакамульованого місцевого стоку та підземних вод або подавання води з інших районів.

В Україні прикладом обводнювальної системи є Північно-Кримський канал, що вирішує проблему постачання водою Автономної Республіки Крим та інших південних регіонів. За кордоном обводнювальні роботи проводять у США, Австралії та інших країнах.

3.1.6. Зрошувальна система та її елементи

Зрошувальна система – це гідромеліоративна система для зрошування сільськогосподарських культур. Складається з гідротехнічних та експлуатаційних споруд, що забезпечують забір води з джерела, транспортування і розподіл її для зрошування (рис. 3.1).



Рис. 3.1. Схема зрошувальної системи:

- 1 – джерело зрошування, тобто водний об’єкт, що забезпечує необхідний обсяг води належної якості в установлені стоки для зрошування сільськогосподарських культур (річка, ставок, озеро, підземні води);
- 2 – водозабірна споруда (здебільшого насосна станція), що подає воду з джерела до каналу або трубопроводу;
- 3 – провідна зрошувальна мережа призначена для подавання води в регульовальну мережу;
- 4 – регульовальна зрошувальна мережа, що призначена для безпосереднього подавання води у ґрунт;
- 5 – дренажно-скидна мережа, що призначена для збирання та відведення зайвих поверхневих, а також і дренажних вод;
- 6 – гідротехнічні споруди, призначені для регулювання витрати, швидкості руху і рівнів води у каналах;
- 7 – споруди на закритій зрошувальній мережі (розподільні і спорожнювальні колодязі);
- 8 – арматура на закритій зрошувальній мережі (вантузи, протиударні пристрої);
- 9 – лісові смуги, що запобігають шкідливому впливу вітру;
- 10 – дороги, необхідні для здійснення експлуатаційних заходів, підвезення насіння, добрив, вивезення врожаю;
- 11 – пристрої автоматики, зв’язку;
- 12 – виробничі будівлі

Зрошувальні системи за конструкцією провідної зрошувальної мережі поділяються на три типи: відкриті, закриті і комбіновані.



Зрошувальна мережа відкритих систем являє собою канали в земляному чи облицьованому руслі, або залізобетонні лотіки.

У закритих зрошувальних системах замість каналів застосовуються трубопроводи, звичайно, підземні. Закриті системи можуть бути стаціонарними, напівстаціонарними і пересувними. У стаціонарних зрошувальних системах всі ланки зрошувальної мережі стаціонарні. Напівстаціонарні системи, звичайно, мають постійні розподільні і розбірні поливні трубопроводи. У пересувних системах всі трубопроводи розбірні.

Комбіновані зрошувальні системи складаються з відкритих магістральних і міжгосподарських каналів та закритої внутрішньогосподарської мережі.

Найбільш досконалою є закрита зрошувальна система, що має високий к.к.д. і дає змогу автоматизувати подачу і розподіл води при поливі.

У деяких випадках зрошувальна система може не мати окремих елементів.

Прикладом сучасної зрошувальної системи є Каховська, розміщена у посушливих степах Херсонської і Запорізької областей. Вода в систему забирається з Каховського водосховища насосною станцією продуктивністю 530 м³/с. Площа зрошування першої черги будівництва – 260 тис. га.

Контрольні питання:

1. Що розуміють під зрошуванням і обводненням земель?
2. Які існують види зрошування земель?
3. Як визначається необхідність у зрошуванні земель?
4. Що таке індекс сухості території?
5. На які зони ділиться територія України залежно від величини індексу сухості?
6. Назвіть основні способи зрошування земель?
7. Дайте визначення зрошувальної системи?
8. Перерахуйте основні елементи зрошувальної системи для регулярного зрошування?



3.2. Режим зрошування сільськогосподарських культур

3.2.1. Оптимальні умови для розвитку сільськогосподарських культур

Для нормального росту і розвитку рослин у ґрунті, їх необхідно забезпечити оптимальним водноповітряним, світловим, тепловим і поживним режимом. Зрошувальні меліорації спрямовані на створення сприятливого для сільськогосподарських культур водного режиму, який забезпечує одержання проектного врожаю сільськогосподарських культур. Водний режим перебуває у прямій залежності від кліматичних, ґрунтових, гідрологічних і господарських умов, біологічних особливостей рослин, урожаю, агротехніки вирощування, а також від способу і техніки поливу.

Водний режим ґрунту опосередковано регулює й інші фактори, що впливають на розвиток рослин і формування урожаю. Так, добрива, особливо в умовах недостатнього зволоження, найбільш ефективні при зрошуванні. Врожаї сільськогосподарських культур на зрошуваних землях у 2...3 рази вищі, ніж на незрошуваних за інших однакових умов.

Тепловий режим ґрунту при зрошуванні визначається як підсиленням випаровування з поверхні поля, так і температурою самої зрошувальної води. У періоди з найвищими температурами повітря поливи зменшують, а у періоди з низькими температурами (ніч, ранньоосінні і пізньовесняні заморозки) підвищують завдяки більшій теплоємності води і вищій її температурі порівняно з повітрям.

Поливна вода впливає на концентрацію ґрунтового розчину, змінює кількість солей у ґрунті; витісняючи повітря із ґрунтових шпарин, вона визначає повітряний режим ґрунту.

Оптимальний водний режим ґрунту створюється **відповідним режимом зрошування**, який визначає норми, строки і кількість поливів сільськогосподарської культури.

Подача води на поле і переведення її в ґрунтову вологу здійснюється за допомогою різних способів і техніки поливу.



3.2.2. Сумарне водоспоживання сільськогосподарських культур

Волога з поля, зайнятого сільськогосподарською культурою, для забезпечення нормального її росту і розвитку, витрачається на транспірацію T та випаровування з поверхні ґрунту B (і листя при дощуванні). На випаровування діють тільки фактори зовнішнього середовища, а транспірація зумовлюється впливом як зовнішніх умов, так і біологічних особливостей рослин.

Визначити окремо частку випаровування і транспірації при вегетації культури досить складно. На практиці ці дві величини визначають як одне ціле, що набагато спрощує розрахунки. Таку кількість води називають сумарним водоспоживанням і вимірюють у мм або в $\text{м}^3/\text{га}$. Тобто $E = T + B$.

Сумарне водоспоживання залежить від метеоумов, режиму мінерального живлення, густоти посіву, рівня агротехніки, залісення і водозабезпеченості поля. Таким чином, сумарне водоспоживання однієї і тієї ж культури на різних ділянках буває різним.

Часто природна водозабезпеченість району вирощування сільськогосподарських культур не забезпечує їх сумарного водоспоживання, що викликає необхідність штучного зволоження земель.

Для визначення об'єму води, яку необхідно подати на поле, слід встановити величину сумарного водоспоживання конкретної культури, для чого застосовують різні методи.

Більшість методів ґрунтуються на встановленні кореляційної залежності між сумарним водоспоживанням і одним або групою метеорологічних показників.

О. М. Костяков уперше ввів формулу для визначення сумарного водоспоживання $E = K \cdot U$, де E – сумарне водоспоживання, $\text{м}^3/\text{га}$; K – коефіцієнт сумарного водоспоживання культури (витрата води на одиницю врожаю, $\text{м}^3/\text{ц}$ або $\text{м}^3/\text{т}$), визначається дослідним шляхом з урахуванням кліматичних умов району, властивостей ґрунту, рівня агротехніки і біологічних особливостей культури; U – розрахунковий урожай сільськогосподарської культури, $\text{ц}/\text{га}$ або $\text{т}/\text{га}$.



Недоліком даного методу є те, що не можна отримувати значення сумарного водоспоживання культури за певні проміжки часу, а також немає зв'язку сумарного випаровування з кліматичними факторами конкретного року.

Д. Л. Штойко при розрахунку сумарного водоспоживання за основу приймає температуру і відносну вологість повітря. У початковий період вегетації (від сходів до значного затінення ґрунту рослинами) рекомендована формула:

$$E = \sum t^0 \left(0,1t_c^0 - \frac{r}{100} \right), \quad (3.1)$$

а в пізніший період вегетації:

$$E = \sum t^0 [0,1t_c^0 + (1 - r/100)], \quad (3.2)$$

де $\sum t^0$ – сума середньодобових температур повітря за розрахунковий період; t_c^0 – середньодобова температура повітря за той самий період; r – середня відносна вологість повітря за той самий період, %.

Поширений **біокліматичний метод** визначення сумарного водоспоживання (С. М. та А.М. Алпатьєви). Переваги цього методу – простота і доступність розрахунку. Метод ґрунтується на залежності сумарного водоспоживання від дефіциту вологості повітря і особливостей рослин, що характеризуються коефіцієнтом біологічної кривої рослини. Розрахунок сумарного водоспоживання за біокліматичним методом виконують за залежністю $E = k_\sigma \sum d$, мм, де E – сумарне водоспоживання за розрахунковий період; k_σ – коефіцієнт біологічної кривої за даний період, мм/мб; $\sum d$ – сума дефіцитів вологості повітря за даний період, мб.

За кордоном поширений метод Блейні і Криддла (США). Сумарне водоспоживання за цим методом визначають за формулою

$E = \frac{25,4KP(1,8t + 32)}{100}$, де K – біологічний коефіцієнт водоспоживання рослини за місяць; P – тривалість денного часу, % від їхньої річної суми; t – середньомісячна температура повітря, °С.



Для конкретних умов необхідно застосовувати регіональні методи, одержані для умов даного району; емпіричні методи – (найбільш загальні) у тому випадку, якщо коефіцієнти, що входять до формул, визначені для умов, близьких до проектних. В усіх розглянутих методах визначення сумарного водоспоживання сільськогосподарських культур в основу покладено традиційні способи поливу (поверхневі і дощування), що забезпечують зволоження всієї поверхні ґрунту.

При внутрішньогрунтовому і краплинному зрошуванні, коли випаровування з поверхні поля зведено до мінімуму, сумарне водоспоживання визначається переважно транспірацією рослин, величину якого можна встановити методами безпосереднього визначення або за допомогою застосування поправочних коефіцієнтів.

3.2.3. Зрошувальна і поливна норми

Зрошувальна норма – сумарний об'єм води, що подається на одиницю площі поливної ділянки за всі поливи одного зрошувального періоду, м³/га або мм.

Визначивши сумарне водоспоживання сільськогосподарської культури, з рівняння водного балансу активного шару ґрунту можна визначити зрошувальну норму (м³/га):

$$M = E - \alpha P \pm \Delta W - W_{zp} + W_{BTP}, \quad (3.3)$$

де E – сумарне водоспоживання, м³/га; αP – опади, що всмоктуються в ґрунт, м³/га; ΔW – кількість води, що використовується рослинами з кореневмісного шару ґрунту, м³/га. $\Delta W = W_n - W_k$ (W_n і W_k – запаси вологи у ґрунті на початок і кінець вегетаційного періоду, м³/га); W_{zp} – об'єм ґрунтових вод, що витрачається на підживлення кореневмісного шару ґрунту, м³/га; W_{BTP} – втрати зрошувальної води на поверхневий і глибинний скиди, м³/га, враховується тільки при глибокому заляганні ґрунтових вод ($H_{зрв} > 5m$).



Складова рівняння водного балансу W_{cp} визначає вертикальний

водообмін між ґрунтовими і поверхневими водами. Цей об'єм можна врахувати коефіцієнтом підживлення (K_n), що залежить від глибини залягання рівня ґрунтових вод, виду і фази розвитку культури, гранулометричного складу ґрунтів та інших факторів, що менше впливають, і визначається як частка від E . Значення коефіцієнта підживлення (K_n) залежно від перерахованих факторів складає від 0,5 до 1. Тоді,

$$M = K_n E - \alpha P \pm \Delta W + W_{BTP}. \quad (3.4)$$

Якщо ґрунтові води мінералізовані і вірогідне засолення ґрунтів, то їх рівень потрібно понизити на таку глибину, при якій підживлення засоленими водами відбуватись не буде (при цьому $K_n = 1,0$).

Зрошувальну норму визначають для так званого розрахункового року, природні і господарські умови якого є вихідними даними для проектування.

Як показала практика, найбільш обґрунтованим є розрахунковий рік за 75%-ого забезпечення атмосферних опадів.

Одержану зрошувальну норму необхідно подавати на поле окремими нормованими поливами.

Поливна норма - об'єм води, що подається на одиницю площі поливної ділянки за один полив $m^3/га$ або мм. Її величина залежить від виду культури і фази її розвитку, потужності кореневмісного шару і його водно-фізичних властивостей, складу і кількості солей у ґрунті, кліматичних і гідрогеологічних умов, способу і техніки поливу. Чим потужніша коренева система рослини, тим більшу поливну норму необхідно подати. У важких за гранулометричним складом ґрунтах поливна норма більша, ніж у легких. Поливну норму нетто визначають за формулою $m^{nt} = W_{max} - W_{min}$, де m^{nt} - поливна норма нетто, $m^3/га$; W_{max} і W_{min} - запаси вологи у розрахунковому шарі ґрунту після і до поливу, $m^3/га$. Запаси вологи у ґрунті визначають за виразом:

$$W = 100 \gamma H \beta, \quad (3.5)$$



де H – розрахунковий шар ґрунту, м; γ – об'ємна маса розрахункового шару, т/м³; β – вологість шару ґрунту, % від його сухої маси.

Розрахунковий шар ґрунту (H , м) визначається глибиною розвитку основної маси коренів рослини, а отже, фазою його розвитку, рівнем агротехніки, іншими умовами і становить для овочевих 0,3...0,7 м, для зернових культур і трав 0,7...1,0 м.

Вважають, що при поливі вологість у кореневмісному шарі ґрунту слід доводити до вологості, що відповідає найменшій вологемкості (HB), тобто до тієї кількості вологи, яку може утримувати даний шар ґрунту. При подачі більшої кількості надлишки води профільтруються у глибші шари ґрунту. Завищення поливних норм призводить до виносу елементів живлення рослин за кореневмісний шар ґрунту, підняттю рівня ґрунтових вод, заболочування і засолення ґрунту, що зменшує врожайність сільськогосподарських культур.

Запаси вологи у ґрунті, що відповідають найменшій вологемкості

$$W_{\max} = 100\gamma H\beta_{HB} \quad (3.6)$$

або

$$W_{\max} = AH\beta_{AHB} \quad (3.7)$$

де β_{HB} і β_{AHB} – вологості ґрунту, що відповідають HB , % від маси і шпаруватості ґрунтів;

A – шпаруватість ґрунту, % від об'єму.

Для кожної рослини існує свій мінімально допустимий поріг вологості, β_{\min} , при зменшенні якого рослини перестають нарощувати продуктивну масу і формувати врожай. Мінімальний поріг вологості залежить від самої рослини, її біологічної природи, періоду вегетації, вмісту солей у ґрунті, типу і виду ґрунту. На практиці зрошування передполивну вологість приймають звичайно для вологолюбних культур (овочі, зернові, кормові) 75...85%, для менш вимогливих до води (технічні, олійні культури) – 70...75% від вологості, що відповідає HB .

Мінімальний запас вологи у ґрунті

$$W_{\min} = 100\gamma H\beta_{\min} \quad (3.8)$$

або



$$W_{\min} = AH\beta_{A\min}, \quad (3.9)$$

де β_{\min} і $\beta_{A\min}$ – передполивні пороги вологості у шарі H , % від маси і щпаруватості ґрунтів, що відповідає HB .

На засолених землях передполивний поріг вологості збільшують на 5...10%, особливо для рослин, на розвиток яких солі у ґрунті впливають найбільш негативно (овочі, бавовник, кормові культури та ін.).

Отже, полив слід виконувати у той момент, коли запас вологи у ґрунті знизиться до мінімально допустимої величини, і поповнити цей запас поливом до вологості, що відповідає HB . Тобто, максимально можлива поливна норма ($m^3/\text{га}$)

$$m_{\max}^{nt} = 100\gamma H(\beta_{HB} - \beta_{\min}) \quad (3.10)$$

або

$$m_{\max}^{nt} = AH(\beta_{AHB} - \beta_{A\min}). \quad (3.11)$$

Поливна норма залежить також від техніки і способу поливу. Так при поверхневих поливах вона становить 400...600 $m^3/\text{га}$, що обумовлено забезпеченням рівномірнішого зволоження зрошуваного поля.

При дощуванні відбувається рівномірний розподіл води по полю практично при будь-якій поливній нормі.

При подачі поливних норм слід враховувати втрати води, які притаманні всім способам зрошування.

3.2.4. Режим зрошування окремої сільськогосподарської культури

Режим зрошування – це сукупність норм, і термінів поливів сільськогосподарської культури. Поливний режим можна встановити за даними безпосередніх спостережень у польових умовах або за експериментальними даними наукових установ. У сучасній меліоративній практиці при проектуванні зрошувальних систем поливний режим сільськогосподарських культур можна встановити графічно шляхом побудови інтегральної кривої дефіциту вологи в розрахунковому шарі ґрунту поля (рис. 7.1). Криву будують за визначеними раніше значеннями дефіцитів водного балансу поля (біокліматичний метод). Початок цієї кривої повинен відповідати мінімально допустимому запасу вологи у



грунті на момент свіби або відновлення вегетації. Для визначення строку першого поливу необхідно знати вихідний запас води у ґрунті $W_{вих}$ і порівняти його з мінімально допустимим W_{min} .

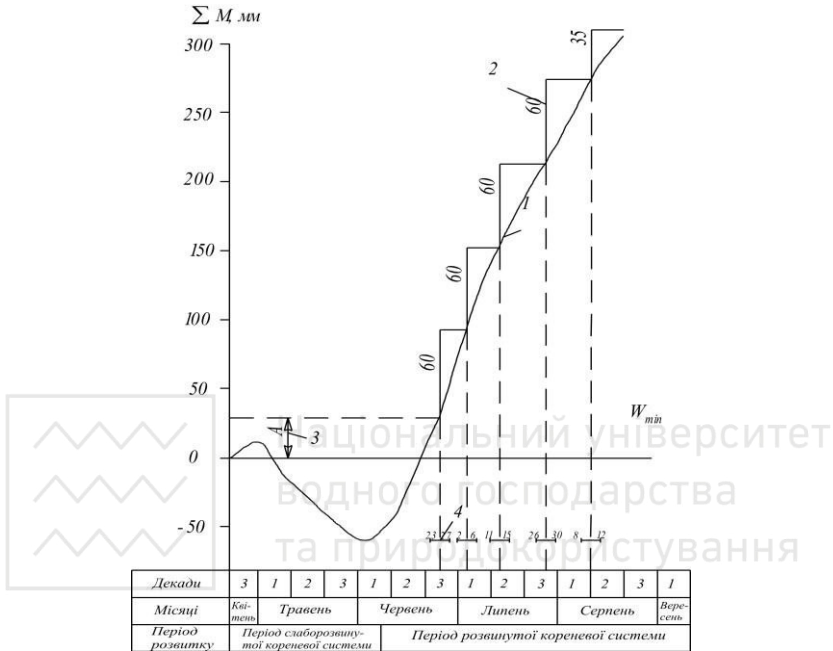


Рис. 3.2. Графік уточнення строків і норм поливу кукурудзи за дефіцитом водного балансу:

- 1 – інтегральна крива дефіциту водного балансу;
- 2 – поливні норми; 3 – вихідний продуктивний запас води;
- 4 – строки поливу

Якщо наявний запас води більший, ніж мінімальний, визначають продуктивний запас води A , після витрачання якого і призначають перший полив. Про це буде свідчити пересічення горизонтальної лінії, проведеної через точку на шкалі, що позначає $W_{вих}$, з кривою сумарного випаровування.

Якщо вихідний запас води менший за мінімальний, то відразу призначають полив, а час чергового поливу визначають аналогічно.

Одержані такими методами терміни є середніми датами поливів. Щоб встановити дати початку і кінця поливу, визначають



тривалість поливного періоду, що залежить від організації і технології поливу на зрошуваному полі. Звичайно тривалість поливу становить 3...6, а при вологозарядкових поливах- 10...15 діб.

Крім вегетаційних поливів, що забезпечують потребу рослин у воді у вегетаційний період, застосовують поливи спеціального призначення: **вологозарядкові, передпосівні, провокаційні, освіжувальні, передпосадкові, удобрювальні, протизаморозкові, промивні.**

Вологозарядковий полив здійснюють до початку вегетаційного періоду для збільшення у ґрунті запасів вологи. Норма поливу 1000 м³/га і більше.

Передпосівний полив здійснюють перед сівбою у разі недостатньої вологості верхнього шару ґрунту. Норма поливу – 400...600 м³/га з врахуванням зволоження шару ґрунту 0,6...0,8 м.

Провокаційний полив здійснюють для провокації проростання бур'янів, які потім знищують передпосівною культивацією. Поливи проводять восени після збирання врожаю або раною весною перед посівом. Для провокаційних поливів вигідно застосовувати дощування з промочуванням ґрунту на 0,2...0,3 м, нормою 200...300 м³/га.

Освіжні поливи здійснюють нормами 50...100 м³/га для змивання пилу з листової поверхні рослин та підвищення вологості приґрунтового шару повітря, поліпшення умов фотосинтезу рослин.

Передпосадковий полив проводять нормою 200...250 м³/га, приурочують до висадки рослин для забезпечення її приживання у початковий період вегетації.

Удобрювальні поливи нормою 100...200 м³/га призначені для внесення з поливною водою поживних речовин у ґрунт.

Протизаморозкові поливи проводять дощуванням нормою 50...100 м³/га при раноосінніх і пізньовесняних заморозках для захисту сільськогосподарських культур від переохолодження.

Промивні поливи проводять в осінній або осінньо-зимовий періоди з метою видалення із ґрунту надлишків водорозчинних солей. Промивні поливи виконують великими нормами – 2...6 тис. м³/га і більше.



3.2.5. Режим зрошування сівозміни

Режим зрошування сівозміни повинен враховувати режими зрошування окремих культур, ґрунтові, гідрогеологічні та інші умови кожного поля сівозміни, умови організації праці у господарстві, проведення післяполивних обробок, режим джерела зрошування. Зображають його у вигляді графіка режиму зрошування або графіка гідромодуля.

Для складання графіка поливів сівозміни необхідно знати площі, строки і норми зрошування окремих сільськогосподарських культур, що входять до сівозміни. Витрату води, необхідну для поливу окремої культури (л/с), визначають за формулою $Q = F_k m_k / 86,4t$, де F_k – частина площі сівозміни, зайнята даною культурою, га; m_k – поливна норма, м³/га; t – тривалість поливу, діб.

За рекомендованими термінами і нормами поливу встановлюють витрати води па полив кожної культури. Якщо строки поливів збігаються, то витрати води додаються. При додаванні витрат води на окремі культури одержують нерівномірний графік. Розраховувати зрошувальну мережу за таким графіком режиму зрошування недоцільно. Його необхідно укомплектувати.

Для великого земельного масиву, коли немає конкретних даних про площу, яку займають окремі культури, витрату води встановлюють на один осереднений гектар сівозміни. Для цього потрібно знати склад культур, частку площі, яку займає культура у сівозміні (α), і режим зрошування кожної культури. Середня витрата води на 1га зрошуваної площі називається **гідромодулем** і визначається за виразом $q = \alpha m / 86,4t$, де q – ордината гідромодуля, л/(с·га); m – поливна норма, м³/га; t – рекомендована тривалість поливу, діб. Підсумовуючи за часом ординати питомих витрат усіх культур, що входять до сівозміни, одержують неуккомплектований графік гідромодуля (рис. 7.2, а).

Графік режиму зрошування і графік гідромодуля сівозміни укомплектовують за рахунок зсувів середньої дати поливу (звичайно на 2...5 діб), зміни тривалості поливів (у межах 3...10 діб) при додержанні допустимої зміни тривалості міжполивного періоду (не більше як на 3...4 діб). Укомплектування графіка поливу або

гідромодуля сівозміни дає змогу зменшити максимальні ординати на 20...50% і більше (див. рис. 3.3, б).

При дощуванні графік поливу культур, що входять до сівозміни, пов'язують з витратою і продуктивністю дощувальних машин і установок.

Для побудови графіка поливів сівозміни при дощуванні тривалість кожного поливу (t , діб) визначають за формулою $t = mF_H / 86,4Q\beta K_{вр}$, де t – поливна норма, м³/га, F_H – площа поля нетто, га; Q – витрата води дощувальної машини (або групи машин, що одночасно працюють на даному полі), л/с; β – коефіцієнт, що характеризує тривалість роботи машини за добу, $\beta = n/24$ (де n – кількість годин роботи машини на добу); $K_{вр}$ – коефіцієнт корисного використання робочого часу машини за добу.

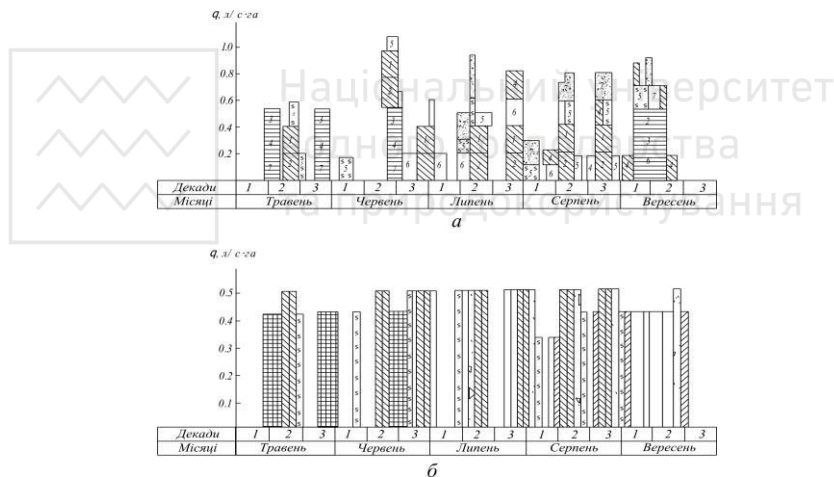


Рис. 3.3. Графіки гідромодуля:

а – неуккомплектований; б – укомплектований; 1, 2 – люцерна; 3, 4, 7 – озима пшениця; 5 – горох на зерно, поживно просо на зерно; 6 – поживно злакобобові; поживно посів люцерни

Поливний режим при краплинному зрошуванні. Суть краплинного зрошування – подача води безпосередньо до коренів рослин малими дозами (краплями). Воду подають крапельницями, які влаштовують на висоті 0,3...0,6 м над поверхнею ґрунту. Іноді крапельниці розміщують у ґрунті або на його поверхні.



При краплинному зрошуванні практично виключаються втрати на глибинний скид, не зволожується міжряддя, тому витрата крапельниці невелика і становить 1...10 л/год. Краплинне зрошування порівняно з дощуванням економить зрошувальну воду на 20...50% і більше. Гідромодуль при краплинному зрошуванні зменшується у 2...3 рази порівняно з поверхневими поливами.

Режим зрошування при внутрішньогрунтовому зволоженні.

При внутрішньогрунтовому зволоженні воду подають у кореневмісний шар трубами-зволожувачами, прокладеними на глибині 0,4...0,6 м. Зволоження відбувається через щілини або отвори у трубах. Відстань між зволожувачами залежить від виду культур, капілярних властивостей ґрунту, виду зволожувача, напору в ньому і становить 0,7...1,5 м. Витрата води па полі залежить від поливних норм і строків поливів даної культури і визначається за виразом:

$$Q_{\kappa} = \sum Q_{36}; \quad (3.12)$$

$$Q_{36} = F_{36} m / 86,4 \cdot t, \quad (3.13)$$

де Q_{36} – витрата одного зволожувача, л/с; F_{36} – площа, яку обслуговує один зволожувач, га; m – поливна норма, м³/га; t – час, необхідний для внесення поливної норми, діб.

Витрата води на поливну ділянку і сівозміну визначається як сума витрат зволожувачів, що одночасно працюють на ділянці і площі сівозміни.

Режим зрошування при дрібнодисперсному зволоженні.

Спосіб реалізується за допомогою спеціальних установок, що створюють найдрібніші краплини води (аерозолі), що зволожують пригрунтовий шар повітря, наземну частину рослини і частково поверхню ґрунту. При цьому значно зменшується транспірація води рослинами, знижуються температура і дефіцит вологості повітря, поліпшуються умови процесу фотосинтезу.

Завдання щодо розробки режиму зрошування при дрібнодисперсному дощуванні полягає у визначенні, норм внесення води за один цикл подачі і кількості циклів за розрахунковий період.

Подачу води здійснюють у жаркий час доби. Застосування таких режимів зрошування забезпечує зменшення зрошувальних норм у 4...5 разів порівняно із звичайним дощуванням. Високе обводнення



рослин при аерозольному зволоженні сприяє нижчій вологості ґрунту, ніж звичайне зрошування..

Контрольні питання:

1. Перелічіть фактори, необхідні для життєдіяльності рослин?
2. Що розуміють під сумарним водоспоживанням сільськогосподарських культур?
3. Які фактори впливають на величину сумарного водоспоживання сільськогосподарських культур?
4. Назвіть методи визначення сумарного водоспоживання?
5. Який з методів визначення сумарного водоспоживання найбільш поширений у практиці проектування зрошування?
6. Що таке зрошувальна норма?
7. Що таке поливна норма?
8. Що розуміють під режимом зрошування окремої сільськогосподарської культури?
9. Як визначаються строки поливу сільськогосподарських культур?
10. Перерахуйте види поливів сільськогосподарських культур?
11. Що розуміють під режимом зрошування сівозмін?
12. На основі чого складається графік зрошування сівозмін?
13. Що таке гідромодуль?
14. Назвіть основні принципи комплектування графіків поливу сівозмін і гідромодуля?
15. Назвіть особливості розрахунку поливних режимів при нетрадиційних способах зрошування сільськогосподарських культур?

3.3. Зрошувальні системи при різних способах поливу сільськогосподарських культур

3.3.1. Основні способи зрошування

Спосіб зрошування – це прийом розподілу води на поливній ділянці, який забезпечує перетворення водного потоку на ґрунтову та атмосферну вологу. Кожному способу зрошування відповідають певна зрошувальна мережа і техніка поливу.



Техніка поливу – це комплекс заходів, споруд, обладнання і машин, за допомогою яких здійснюється той чи інший спосіб зрошування.

У меліоративній практиці розрізняють п'ять способів зрошування: **поверхневий, дощування, дрібнодисперсне дощування (зволоження), внутрішньогрунтовий і підземний**. Характеристика основних способів зрошування подана у попередніх розділах і на рис. 3.4.

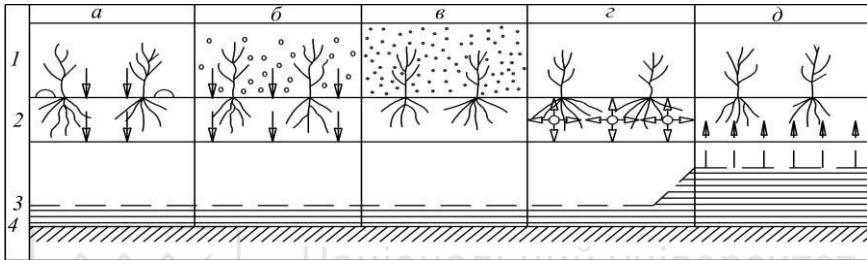


Рис. 3.4. Класифікація способів зрошування:

- а – поверхневий; б – дощування; в – дрібнодисперсне (аерозольне) дощування;
г – внутрішньогрунтове зрошування; д – підземне (субіригація); 1 – пригрунтовий шар повітря; 2 – кореневмісний шар ґрунту; 3 – рівень ґрунтових вод;
4 – водотриви

Жоден із способів зрошування не може бути універсальним. Застосування того чи іншого способу обґрунтовується аналізом конкретних природно-господарських умов району. При цьому враховують: склад культур і сівозміни; водозабезпеченість і меліоративний стан зрошуваних земель; забезпеченість робочою силою і електроенергією; водно-фізичні властивості ґрунту і рельєф. Тільки при такому аналізі можна надати перевагу тому чи іншому способу зрошування, який визначає конструкцію зрошувальної мережі.

Незалежно від способу і техніки поливу до них ставляться такі основні вимоги: рівномірно розподілити по площі і глибині активного шару ґрунту поливну воду; запобігати непродуктивним втратам води на фільтрацію, випаровування і заболочування; забезпечувати високу продуктивність праці при поливі і максимальний рівень його механізації і автоматизації;



3.3.2. Всмоктування і фільтрація води у ґрунті

При всіх різновидах поверхневого зрошування і дощування вода потрапляє на ґрунт, поглинається ним і нагромаджується у шпарах. У процесі поглинання і руху води у ґрунті розрізняють дві фази: всмоктування і фільтрацію.

Всмоктування є першою фазою насичення ґрунту, коли поливна вода послідовно заповнює вільні шпари. При поливі по смугах і дощуванні вода, всмоктуючись, потрапляє вниз, а при поливі по борознах – вниз і одночасно по боках і вгору по капілярах.

Швидкість всмоктування зменшується залежно від стану поверхні ґрунту, його гранулометричного складу і вологості. Вимірюється у міліметрах або метрах за одиницю часу (хв, год, діб). Залежно від швидкості всмоктування ґрунти поділяються на три типи: слабоводопроникні (менше 50 мм за перший час всмоктування); середньоводопроникні (50...150 мм); сильноводопроникні (понад 150 мм за перший час всмоктування).

Швидкість всмоктування вологи у ґрунт описується формулою О.М. Костякова: $K_{cp} = K_o t^\alpha$, де K_o – середня швидкість всмоктування за першу годину, м/год; α – показник степеня, що визначається експериментально, змінюється в межах 0,3...0,8; t – тривалість всмоктування, год.

Після повного насичування шпар вологою настає друга фаза – фазу фільтрації, яка може бути вертикальною (просочування поливної води вниз) або горизонтальною (рух ґрунтової води по водопроникному ложу).

Отже, на початку поливу швидкість поглинання води у ґрунт найвища, а з часом, у міру насичування шпар водою і наростання шляху фільтрації, вона зменшується і наближається до постійної для розглянутого типу ґрунту величини – швидкості фільтрації.

3.3.3. Поверхнєве зрошування

Полив по борознах. *Полив по борознах* – поверхневий полив ґрунту для зрошування просапних культур (кукурудза, цукрові



буряки, овочі, бавовник, плодові і ягідні насадження та ін.). Застосовується на незасолених ґрунтах з похілами території не більш 0,03, оскільки при більшому похилі вода розмиває борозни, змиває ґрунт і викликає його ерозію.

Класифікація і будова поливних борозен наведена (рис. 3.5).

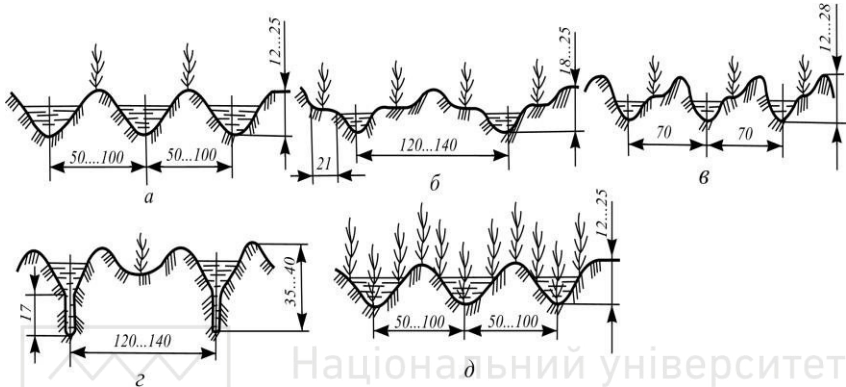


Рис. 3.5. Пोलівні борозни:

а – мілкі і глибокі; б – з терасами; в – з бермою;

г – борозни – щілини; д – засіювані

За глибиною борозни поділяються на мілкі (8...12 см), середні (12...18 см) і глибокі (18...25 см); за проточністю – на проточні (незатоплювані) і тупі (затоплювані); за профілем перерізу – параболічні, трапецевидні, з бермою, з терасами, борозни-щілини, за довжиною – на короткі (60...250 м) і довгі (250... 500 м); за ступенем сільськогосподарського використання – на засіювані і незасіювані.

Полівні борозни нарізають начіпними культиваторами-підгортальникамм КОН-2,8; КОН-2,8Т; КРН-4,2 після посіву.

Борозни мають переважно параболічний або трапецевидний переріз з шириною по дну 8...10 см, з закладанням укосів 1 : 1. Відстань між ними залежить від водопроникності і капілярних властивостей ґрунту і повинна бути такою, щоб контури зволоження двох сусідніх борозен змикались.

З урахуванням цього відстань між борознами приймають: на легких ґрунтах – 50...65 см, на середніх – 65...80 і на важких ґрунтах – 80...100см.



Основні недоліки поливу по борознах: нерівномірне зволоження ґрунту за довжиною борозни, невисока продуктивність праці поливальників (0,4...2,0 га. за зміну), неможливість подачі невеликих поливних норм.

Полив напуском по смугах. *Полив напуском* по смугах – це поверхневий полив ґрунту для зрошування вузькорядних культур: зернових колосових, однолітніх і багатолітніх трав, моркви, цибулі та ін. При цьому вода рухається по поверхні ґрунту, покриваючи її шаром 2...3 см. Для спрямування руху води смугу з двох боків обмежують валиками (палами) або борознами. Застосовується на територіях з похилами 0,002...0,02.

Розрізняють три види поливу по смугах: з **головним**, **боковим** і **комбінованим** напусками води на поливну смугу (рис. 3.6).

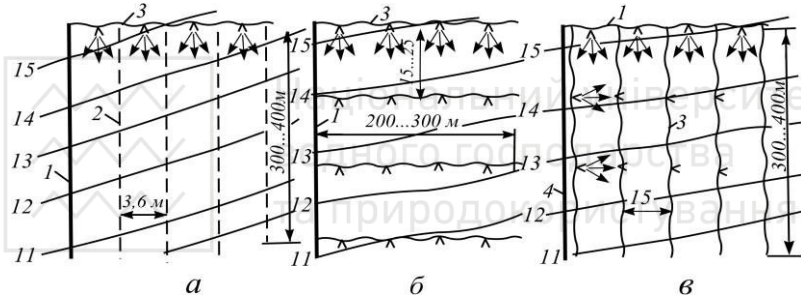


Рис. 3.6. Полив напуском по смугах:

а – з головним пуском води; б – з боковим пуском; в – з комбінованим пуском;

1 – тимчасовий зрошувач; 2 – валик;

3 – вивідна борозна; 4 – внутрішньогосподарський розподільник

За шириною смуги поділяються на вузькі (1,8...4,2 м) і широкі (до 35м), а за довжиною – на короткі (до 50 м) і довгі (до 500 м).

Полив напуском по смугах, як правило, проводять нормою доби́гання, що дозволяє зменшити поливні норми з 900...1000 м³/га до 500...700 м³/га. Подачу води на смугу припиняють, коли вона пройде 75...85% її довжини.

Для змочування смуги подають витрату води 10...15 л/с і більше на 1 м ширини смуги, а потім її зменшують у 2...3 рази.

Довжина смуг залежить від гранулометричного складу, водопроникності ґрунту і похилу.



Визначають такі елементи техніки поливу по борознах і смугах:

- довжину борозни чи смуги;
- витрату води у поливну борозну чи на 1м ширини смуги (питома витрата);
- тривалість подачі поливної норми;
- тривалість всмоктування поливної норми.

Довжини поливних борозен і смуг, а також питомі витрати визначають за рекомендаціями (таблиця 3.1).

Тривалість подачі і всмоктування поливної норми для борозен:

$$t_{\text{под}} = \frac{m \cdot a \cdot l}{3.610000q}, \text{ год} \quad (3.14)$$

$$t_{\text{всм}} = \left(\frac{m \cdot a}{10000 \cdot K_0 \cdot \beta} \right)^{\frac{1}{1-\alpha}}, \text{ год} \quad (3.15)$$

Тривалість подачі і всмоктування поливної норми для смуг :

$$t_{\text{под}} = \frac{m \cdot l}{3.610000q}, \text{ год} \quad (3.16)$$

$$t_{\text{всм}} = \left(\frac{m}{10000 \cdot K_0} \right)^{\frac{1}{1-\alpha}}, \text{ год} \quad (3.17)$$

де m – поливна норма, м³/га; l – довжина поливної борозни чи смуги, м; q – питома витрата, л/с; a – відстань між борознами, м; K_0 – середня швидкість всмоктування, м/год; α – показник степені ($\alpha=0,3 \dots 0,8$); β – змочений периметр борозни, м.

$t_{\text{под}} \geq t_{\text{всм}}$ – полив постійною витратою q ; $t_{\text{под}} < t_{\text{всм}}$ – полив змінною витратою q .

Таблиця 3.1

Параметри елементів техніки поверхневого поливу

Середня швидкість всмоктування води у ґрунт в першу годину, см/хв	Похил поливної ділянки	Борозни		Борозни-щілини		Смуги	
		Довжина, м	Питома витрата, л/с	Довжина, м	Питома витрата, л/с	Довжина, м	Питома витрата, л/с
Менше 0,15 (низька)	0,002...0,004	250...300	1,2...1,5	250...300	2,4...3,0	250...300	6...8
	0,004...0,007	300...500	0,8...1,2	300...350	1,6...2,4	300...350	5...6
	0,007...0,010	350...400	0,5...0,8	350...400	1,0...1,6	350...400	4...5
0,15...0,30 (середня)	0,002...0,004	200...250	1,2...1,5	150...250	2,4...3,0	200...250	8...10
	0,004...0,007	250...300	1,0...1,2	250...300	2,0...2,4	250...300	6...8
	0,007...0,010	300...400	0,8...1,0	350...400	1,4...2,0	300...350	5...6
Понад 0,30 (висока)	0,002...0,004	120...200	1,5...2,0	120...200	3,0...4,0	150...200	10...12
	0,004...0,007	200...250	1,2...1,5	200...250	2,4...3,0	200...250	8...10
	0,007...0,010	250...350	1,0...1,2	250...350	2,0...2,4	250...350	6...8



коригувати залежно від конкретних умов. Так, при проведенні вологозарядкових поливів на важких за гранулометричним складом ґрунтах і погано спланованій поверхні часто застосовують полив по борознах-щілинах (див. рис. 3.5, г). При поливі плодових насаджень борозна-щілина має розміщуватись на деякій відстані від дерева чи куща, щоб не пошкодити кореневу систему. Оскільки при поливі по борознах-щілинах зрошувальна вода всмоктується в ґрунт набагато швидше, чим при поливі по звичайних борознах, то витрату води, що подається в борозну-щілину можна збільшити у 2...3 рази. Борозни-щілини нарізаються пасивним щілерізом БЩН-2 або активно діючої фрезою. Кращі результати отримують при нарізці борозен-щілин активно діючою фрезою, яка дає змогу розпушити ґрунт у їх гребнях, що сприяє якісному проведенню поливу.

Технологія розподілу води у борозни і смуги. У межах поливної ділянки існує лише тимчасова зрошувальна мережа, яка у загальному випадку включає: тимчасовий зрошувач, вивідні борозни і поливні борозни або смуги. Залежно від рельєфу і похилу подача води із зрошувального каналу у тимчасову мережу може здійснюватись за двома схемами – *поздовжньою і поперечною* (рис. 3.7)

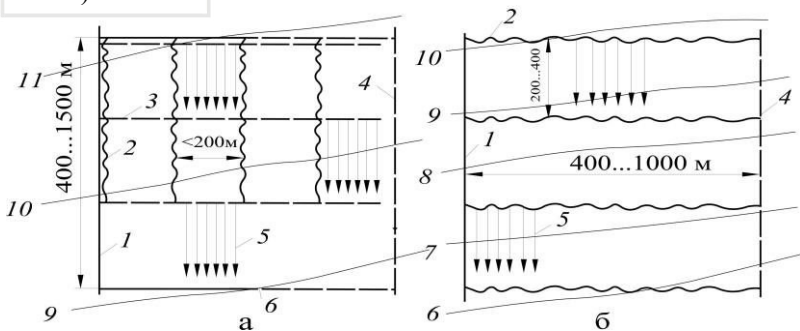


Рис. 3.7. Схеми розміщення тимчасової зрошувальної мережі:

а – поздовжня схема; б – поперечна схема;

- 1 – внутрішньогосподарський розподільник; 2 – тимчасовий зрошувач; 3 – вивідні борозни; 4 – водоскидний канал; 5 – поливні борозни-смуги; 6 – ділянковий розподільник

Поздовжню схему рекомендується застосовувати при похиліх поверхні землі менше 0,004, а поперечну – при похилах понад

0,004. Кращою вважається поперечна схема, оскільки через відсутність вивідних борозен скорочуються затрати на їхнє нарізування, збільшується коефіцієнт використання землі і скорочуються втрати води на фільтрацію.

Тимчасово зрошувальну мережу влаштовують у наступній послідовності: нарізають поливні борозни або смуги за переважаючим похилом, потім вивідні борозни і останніми - тимчасові зрошувачі. При поперечній схемі відразу за поливними борознами і смугами нарізають тимчасові зрошувачі. Довжина тимчасових зрошувачів не повинна перевищувати 1200, а вивідних борозен – 200 м.

Подача води по тимчасових зрошувачах у поливні борозни і смуги вимагає великих затрат фізичної праці, тому продуктивність поливу дуже низька – 0,5...1,0 га за зміну.

Поліпшення техніки розподілу поливної води і збільшення продуктивності праці при поливі можна досягти і за допомогою використання різних пристроїв, удосконалень і замін на тимчасовій зрошувальній мережі: переносних і стаціонарних трубопроводів, сифонів, поливних трубок, одnobортних борозен замість земляної тимчасової мережі трубопроводів, поливних машин (рис. 3.8, 3.9).

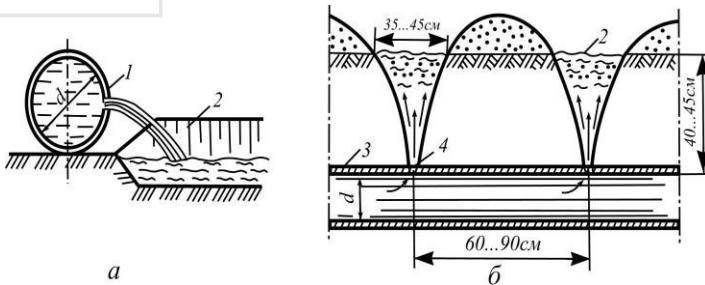


Рис. 3.8. Схема подачі води за допомогою наземних (а) і підземних (б) поливних трубопроводів:

- 1 – гнучкий трубопровід; 2 – поливна борозна;
3 – азбестоцементний трубопровід; 4 – водовипускні отвори діаметром 4...8 мм

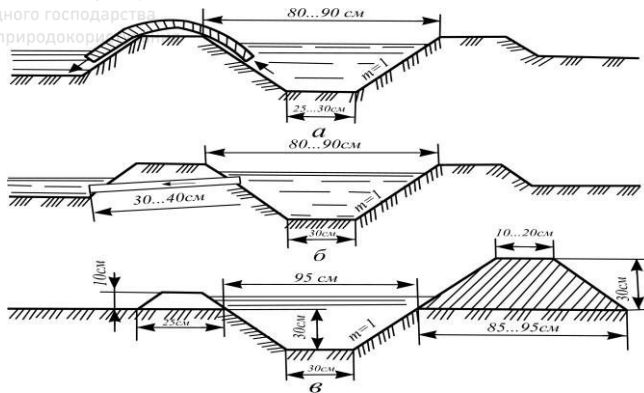


Рис. 3.9. Схеми подачі води в борозни та на смуги за допомогою:
а – сифонів; б – поливних трубок; в – однобортної вивідної борозни

Як поливні машини застосовують переобладнані дощувальні машини типу ДДА-100М і «Волжанка», проте замість дощувальних апаратів на них встановлюють водовипускні шланги для подачі води у поливні борозни.

Полив затоплення. *Полив затопленням* – це поверхневий полив ґрунту шляхом затоплення водою поливних чеків. Застосовується переважно для зрошування рису, лиманного зрошування і промивання засолених ґрунтів. Рідше його застосовують для зрошування люцерни, кукурудзи і зернових культур.

Чеки в рисових господарствах мають горизонтальну поверхню. Для звичайних польових культур вони можуть мати похил 0,0005...0,001. Вода надходить до чеку, затоплює його шаром 5...15 см і всмоктується ґрунтом. Залишки води при поливі польових і кормових культур скидають.

При поливі затопленням польових і овочевих культур всередині чеків можна нарізати борозни або смуги, тобто застосовувати змішаний спосіб поливу. При цьому забезпечується швидке просування води, рівномірніше зволожується ґрунт, зменшуються поливні норми з 4000...5000 до 1200...1500 м³/га, відбувається швидше вивільнення чека від надлишків води, оскільки більшість сільськогосподарських рослин не витримують тривалого затоплення. Короткочасне затоплення (до 2...3 діб) задовільно



переносять кукурудза, люцерна, озима і яра пшениця, ячмінь, овес, сорго.

Позитивним при поливі затопленням є його висока продуктивність (20...50 га за зміну на одного поливальника), цілодобове поливання, можливість повної автоматизації процесу водорозподілу. Основний недолік – значні втрати води на фільтрацію і випаровування, тому поливні норми досягають 11000 м³/га і більше.

Зрошувальна система при поливі по борознах і смуга.

Зрошувальна система – це комплекс технологічно пов'язаних між собою гідротехнічних споруд та технічних заходів для здійснювання зрошування у межах визначеної території. При поливі по борознах і смугах зрошувальна система складається з джерела зрошування, водозабірної споруди, провідної зрошувальної мережі з відповідними гідротехнічними спорудами і арматурою, тимчасової регулюючої зрошувальної мережі, водозабірних каналів, доріг, лісосмуг та пристроїв для оперативного збору необхідної інформації та управління поливами.

Провідна зрошувальна мережа влаштовується постійною і включає в себе розподільчі канали чи трубопроводи різних порядків. Її конструкція залежить від конкретних умов, може бути закритою, відкритою та комбінованою.

Тимчасова (регулювальна) зрошувальна мережа складається із тимчасових зрошувачів, вивідних і розподільчих борозен, що служать для забору води із ділянкових каналів (трубопроводів) і подачі її у поливні смуги і борозни (див. рис. 3.7).

Тимчасові зрошувачі нарізають весною, каналокопачем трапецеїдального перерізу слідуючих розмірів: глибина 70...120 см, ширина по дну 30...60 см, закладання відкосів 1:1.

Витрату води тимчасового зрошувача нетто визначають за формулою, л/с:

$$Q = \frac{m \cdot F_{m.зр}}{86,4t}, \quad (3.13)$$

де $F_{m.зр}$ – площа, що поливається із тимчасового зрошувача, га;
 t – тривалість поливу зазначеної площі, діб. Звичайно від 1 до 3 діб.



Пропускню спроможність зрошувачів стандартизують, приймаючи витрати води з заокругленням до більшої величини: 10...15...20...25...30...40...50...60...80...100 л/с.

Рівень води у зрошувачах повинен бути вище зрошувальної поверхні при великих похилах на 5 см, при середніх – на 10см і при малих – на 15 см.

З метою покращання показників поливу і технології його проведення у деяких випадках замість тимчасових зрошувачів і вивідних борозен застосовують переносні жорсткі та гнучкі трубопроводи, а також спеціальні поливні машини (див. рис. 3.9).

Водозбірно-скидну мережу влаштовують з метою скиду надлишків поверхневих і катастрофічних вод (прориви дамб, каналів).

На засолених землях з метою пониження і підтримання заданого рівня ґрунтових вод влаштовують дренажну мережу, що складається із горизонтальних регулюючих дрен здебільшого закритого типу і колекторів різних порядків. Одним із прикладів зрошувальної системи на засолених землях є рисова система.

Рисова зрошувальна система. Рисова зрошувальна система представляє комплекс технологічно пов'язаних між собою гідротехнічних споруд, що забезпечує подавання води на рисові чеки, підтримування необхідного рівня води у них та водовідведення після закінчення вегетації рису.

Сучасна інженерна рисова зрошувальна система складається із зрошувальних і дренажно-скидних каналів, поливних карт, розділених валиками на чеки, споруд на мережі, доріг, засобів зв'язку, лісосмуг, будівель для служби експлуатації.

Зрошувальна мережа складається з магістрального каналу, розподільних каналів різного порядку, оснащених гідротехнічними спорудами, і служить для транспортування води від джерела зрошування до рисових чеків.

Дренажно-скидна мережа складається з відкритих або закритих дрен і колекторів, армованих гідротехнічними спорудами. Вона призначена для скиду і відведення дренажно-скидних вод за межі системи.

Поливна карта – це частина поля рисової сівозміни, обмежена за периметром молодшими каналами зрошувальної і дренажно-скидної мереж. Кілька суміжних полів створюють рисову



сівозмінну ділянку. Поливна карта – основний елемент рисової системи, оскільки в її межах здійснюється повний цикл усіх робіт, пов'язаний з вирощуванням рису.

Застосовується три основних *типи поливних карт: карта Краснодарського типу (ККТ), карта-чек широкого фронту подачі і скиду (КШФ) і карта кубанського типу.*

Схема рисової системи з поливною картою Краснодарського типу наведена на рис. 3.10.

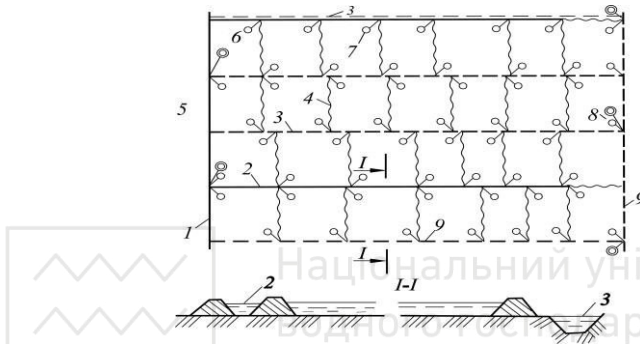


Рис. 3.10. Схема рисової зрошувальної системи з картою Краснодарського типу:
1 – ділянковий розподільник; 2 – картовий зрошувач; 3 – картовий скид; 4 – валик;
5 – водовипуск з розподільника в зрошувач;
6 – водовипуск із зрошувача в чек; 7 – водовипуск із чека в скид;
8 – водовипуск із картового скиду в колектор; 9 – колектор

3.3.4. Дощування і дощувальні системи

Полив дощуванням. *Дощування* – це розпилення зрошувальної води під дією штучно створюваного напору на дрібні краплини, що у вигляді дощу падають на рослини і ґрунт, зволожуючи їх і пригрунтовий шар повітря.

В Україні дощуванням поливають до 98% зрошуваних площ. Полив дощуванням має ряд переваг порівняно з іншими способами зрошування: високий рівень механізації і автоматизації процесу поливу; можливість проведення поливів на полях зі складним мікрорельєфом, прямим і зворотнім похилами; маневрування поливними нормами в широкому діапазоні (50...900 м³/га) без втрат води на глибинну фільтрацію; поліпшення мікроклімату і умов



розвитку кореневої системи рослин; полив не супроводжується підйомом рівня ґрунтових вод, що запобігає засоленню і заболочуванню зрошуваних земель.

Дощування має і недоліки: великі витрати металу на виготовлення дощувальних машин, установок і труб (40...120 кг/га); висока енергомісткість (40...100 квт-год на один полив при $m=300$ м³/га); нерівномірність поливу під час вітру; неможливість глибокого зволоження важких ґрунтів, негативна реакція окремих культур сімейства пасльонових, винограду та інших на цей спосіб зрошування.

Дощування доцільно застосовувати на ділянках з суцільним рельєфом, безпохилих і малопохилих територіях з ґрунтами середньої і високої водопроникності для поливу овочевих, технічних і зернових культур, садів, лук і культурних пасовищ.

Типи дощувальних систем. Елементами дощувальних зрошувальних систем є такі: джерело зрошування, насосно-силове обладнання, постійна мережа каналів і трубопроводів, тимчасова мережа каналів, або швидкозбірних трубопроводів, стаціонарні або пересувні дощувальні апарати і машини.

За дією і конструктивними особливостями дощувальні системи поділяються на **стаціонарні, напівстаціонарні і пересувні**.

Дощувальні насадки, апарати і машини. Пристрій для утворення штучного дощу, що не має частин, які переміщуються одна відносно одної, називається дощувальною насадкою. Пристрої для утворення штучного дощу і розподілу його на площі поливу, що включають рухомі елементи, називаються дощувальними апаратами і машинами. Дощувальні насадки можуть бути дефлекторні (відбивні) і струминні. Дефлекторні насадки (рис. 3.11) встановлюють на дощувальних агрегатах, які працюють в русі і пересуваються фронтально, а також на дощувальних установках для поливу квітників, газонів і рослин у теплицях. Переваги дефлекторних насадок: рівномірне розпилення води з допустимим діаметром крапель (0,9...1,1 мм) при невеликих напорах (0,08... 0,15 МПа) і затратах енергії. Недоліки: невеликий радіус дії (6...8 м) і висока інтенсивність дощу (0,7...1,1 мм/хв).

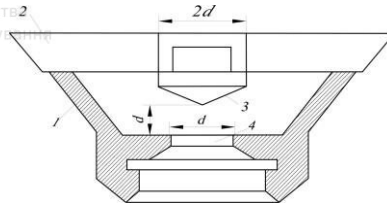


Рис. 3.11. Короткоструменева дощувальна насадка з конусним дефлектором:
1 – корпус; 2 – планка; 3 – конусний дефлектор;
4 – вихідний отвір

Струменеві насадки (рис. 3.12) застосовуються в усіх обертальних дощувальних апаратах. За конструкцією вони мало відрізняються одна від одної, але істотно розрізняються за напором і витратою води, а також принципом обертання і дальністю польоту струменя.



Рис. 3.12. Середньоструменеві дощувальні апарати:
а – «Роса – 1»; б – дощувальний апарат серії НДМ «Фрегат»

Залежно від напору води і дальності польоту струменя насадки бувають короткоструменеві ($H=0,15\dots0,25$ МПа, $R=7\dots20$ м), середньоструменеві ($H = 0,25\dots0,40$ МПа, $R = 20\dots35$ м) і далекоструменеві ($H = 0,4\dots1,0$ МПа, $R = 35\dots100$ м). Найбільш поширені середньоструменеві і далекоструменеві насадки.

Якість дощу, що створюється різними насадками, характеризується його інтенсивністю, діаметром крапель і силою їхнього удару об ґрунт і рослини. Чим менша інтенсивність дощу і діаметр крапель, тим менше руйнується і краще всмоктує воду ґрунт.

Дощувальні машини і установки. Сучасні дощувальні машини і установки залежно від типу використаних насадок поділяються на **три типи: короткоструменеві (низьконапірні), середньоструменеві (середньонапірні) і далекоструменеві**



(високонапірні). Розрізняються вони як конструкцією і технічними особливостями дощувальних насадок, так і структурою та якістю дощу, радіусом дії, напором, витратою води і продуктивністю.

За способом поливу, засобами переміщення факелу дощу всі дощувальні машини можна розділити на чотири основні групи:

I – Багатоопорні широкозахватні дощувальні машини з поливом в русі;

II – Багатоопорні широкозахватні дощувальні машини позиційної дії;

III – Мобільні дощувальні агрегати, в тому числі шлангово-барабанні дощувальні машини;

IV – Переносні та пересувні дощувальні установки.

За способом водозабору дощувальні машини розподіляються на машини з живленням водою від гідрантів закритої зрошувальної мережі та з забором води з відкритих каналів.

З дощувальних машин першої групи найбільш поширеними у свій час були такі дощувальні машини, як ДМУ «Фрегат» та ДМ «Кубань», а також дощувальні агрегати ДДА-100МА.

Багатоопорна автоматизована дощувальна машина «Фрегат» призначена для поливу зернових, овочевих і технічних культур, багаторічних трав, лук і пасовищ при похилі поверхні землі до 0,05, і є трубопроводом, що рухається по колу. Він встановлений на А-подібних колісних опорах-візках на висоті 2,2 м. На трубопроводі розміщено 38...50 середньо-струминних дощувальних апаратів. Конструктивна довжина трубопроводу змінюється залежно від кількості опор, яких може бути від 7 до 20.

На трубопроводі є кінцевий далекоструменевий апарат секторної дії з радіусом поливу 35...40 м. Полив здійснюється при русі машини по колу (рис. 3.13). Воду беруть від гідрантів закритої мережі або із свердловин. Машина до гідранту приєднується за допомогою стояка нерухомої опори.

Для різних природнокліматичних та господарських зон нині в Україні випускають низьконапірні модифікації цієї машини (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

Основні показники нових модифікацій низьконапірних дощувальних машин «Фрегат»

№ з/п	Марка машини	Витрата води на вході при нульовому похилі, л/с	Тиск води на вході при нульовому похилі, МПа	Економія енергії порівняно з високонапірними кВТ год/га	Мінімальна поливна норма, м ³ /га	Середня інтенсивність дощу, мм/хв	Площа поливу, га	Питома витрата енергії на полив	
								кВт год/га	кВт л/с
1	ДМУ-Б 463-57-01	57	0,38	132	260	0,48	73,3	348	0,8
2	ДМУ-Б 434-63-01	63	0,33	179	310	0,57	63,2	445	0,37
3	ДМУ-Б 434-50-01	50	0,35	299	252	0,44	63,2	325	0,34
4	ДМУ-Б 409-45-01	57	0,36	205	295	0,58	56,4	428	0,35
5	ДМУ-Б 409-40-01	45	0,34	314	239	0,43	56,4	319	0,33
6	ДМУ-Б 379-30-01	40	0,32	365	226	0,43	48,8	309	0,31
7	ДМУ-А 337-30-01	30	0,41	192	277	0,43	50,0	482,3	0,40
8	ДМУ-А 308-30-01	30	0,32	142	218	0,46	32,7	345	0,31
9	ДМУ-А 283-30-01	30	0,32	152	242	0,43	27,9	404	0,31
10	ДМУ-А 229-25-01	25	0,30	227	205	0,44	18,7	472	0,29
11	ДМУ-А 253-30-01	30	0,30	166	220	0,45	22,6	408	0,29
12	ДМУ-А 199-20-01	20	0,29	227	189	0,43	14,4	473	0,28

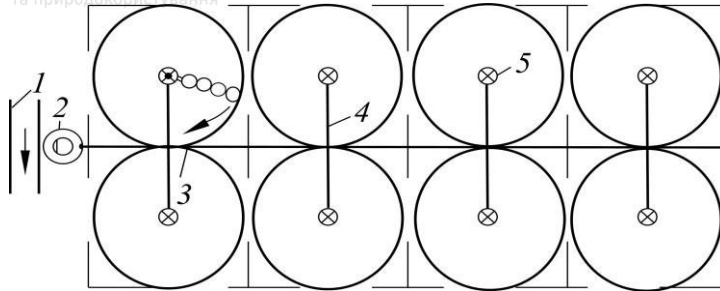


Рис. 3.13. Схема зрошування дощувальною машиною «Фрегат»:
1 – джерело зрошування; 2 – насосна станція; 3 – розподільний трубопровід;
4 – польовий трубопровід; 5 – вузол підключення дощувальної машини

До основних недоліків цієї машини належать: недополив 10...12% площі в кутах поля, велика металомісткість і висока енергомісткість.

Дощувальні агрегати типу ДДА-100М і ДДА-100МА призначені для зрошування зернових, технічних, овочевих, баштанних і кормових культур, а також трав на ділянках з похилами до 0,003. Витрата води ДДА-100М - 100 л/с, ДДА-100МА – 130 л/с.

Дощувальні машини ДДА-100М і ДДА-100МА складаються з трактора, просторової двоконсольної трикутної ферми з дощувальними насадками, рами для кріплення ферми на тракторі, насосної установки, гідропідживлювача, гідросистеми керування і системи освітлення. Трактор є самохідною опорою і джерелом енергії для насоса, гідравлічної і електричної систем.

Технологічна схема поливу дощувальними машинами типу ДДА наведена на рис. 3.14.

Електрифікована дощувальна машина фронтального переміщення (ЕДМФ) «Кубань» призначена для зрошування кормових зернових, технічних і овочевих культур, включаючи високостеблові, переважно у степовій зоні країни.

Технічні характеристики дощувальних машин типу ДДА та «Кубань» наведені в табл. 3.3.

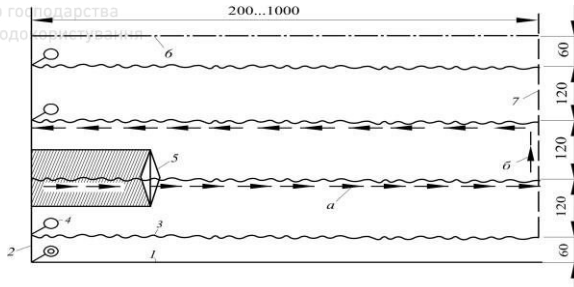


Рис. 3.14. Технологічна схема роботи дощувальних агрегатів типу ДДА-100М і ДДА-100МА:

- а – полив; б – перехід на сусідній тимчасовий зрошувач;
- 1 – внутрішньогосподарський розподільник; 2 – ділянковий розподільник;
- 3 – тимчасовий зрошувач; 4 – водовипуск у тимчасовий зрошувач;
- 5 – дощувальний агрегат; 6 – межа поля;
- 7 – водовідвідна мережа

Полив ЕДМФ «Кубань» необхідно починати малою поливною нормою при високій швидкості руху від середини каналу (рис. 3.15). Дійшовши до краю поля, машина при низькій швидкості у зворотному напрямку поливає повною нормою до середини поля. Друга частина поля поливається так само.

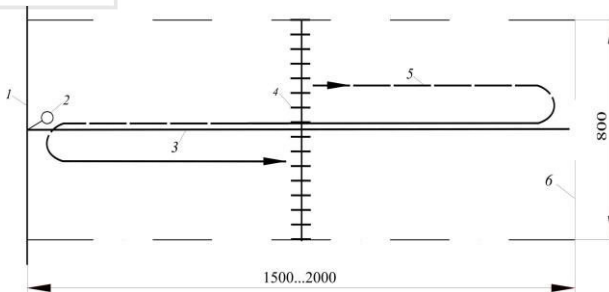


Рис. 3.15. Технологічна схема роботи дощувальної машини «Кубань»:
1 – внутрішньогосподарський розподільний канал; 2 – водовипуск у ділянковий зрошувач; 3 – ділянковий зрошувач; 4 – дощувальна машина; 5 – напрямок пересування; 6 – межа поля

Таблиця 3.3

Характеристика дощувальних машин типу ДДА та «Кубань»

Марка	Витрата води, л/с	Тиск, МПа	Інтенсивність дощу, мм/хв	Допустимий похил	Спосіб дощування	Спосіб забору води	Ширина захвату дощем, м	Сезонна продуктивність, га
Короткострумні								
ДДА-100М	100	0,23...0,3 0	2,4...3	0,005	Під час руху	3 каналу	120	120
ДДА-100МА	130	0,37	2,5	0,005			120	140
«Кубань»М-1	170	0,58	0,35	0,001			786	160



Найбільш поширеними в Україні дощувальними машинами другої групи були дощувальні машини ДФ-120 «Дніпр» та ДКШ-64 «Волжанка».

Багатоопорна дощувальна машина типу ДФ-120 «Дніпр» призначена для зрошування зернових і технічних культур, лук і пасовищ в усіх зонах зрошуваного землеробства на ділянках із спокійним рельєфом і загальним похилом не більше 0,02. Це самохідна машина з електроприводом від начіпної електростанції, працює позиційно від гідрантів закритої зрошувальної мережі. Складається з 17 двокілісних опорних візків велосипедного типу, водопровідного алюмінієвого трубчастого поясу довжиною 448 м, встановленого на висоті 2,1 м від поверхні ґрунту. На трубопроводі розміщено відкрилки з середньоструменевими дощувальними апаратами «Роса-3». Технологічна схема поливу зображена на рис. 3.16, технічна характеристика приведена в таблиці 3.5.

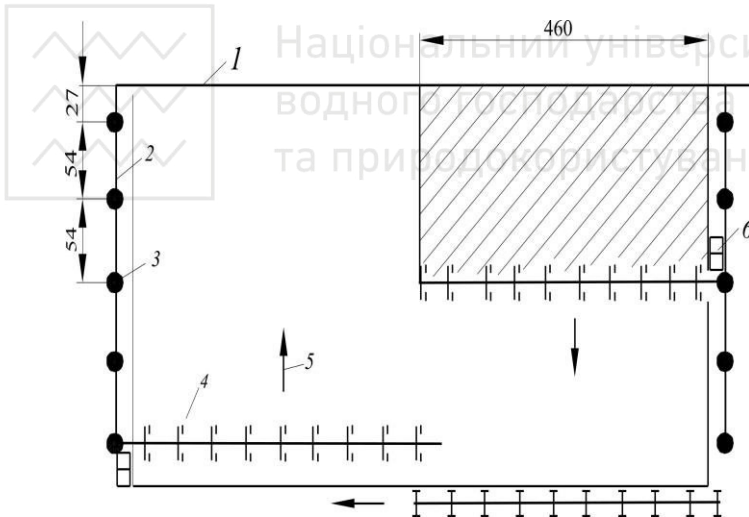


Рис. 3.16. Технологічна схема роботи дощувальної машини «Дніпр»:

- 1 – розподільний трубопровід; 2 – польовий трубопровід;
- 3 – гідрант; 4 – дощувальна машина; 5 – напрям пересування;
- 6 – пересувна електростанція



Технічна характеристика дощувальних машин «Днепр»

Кількість опор	Ширина смуги зрошування, м	Оптимальний тиск на вході, МПа	Витрата води, л/с	Площа зрошування за зміну, га при нормі 300 м ³ /га
18	487	0,48	127	9,1
17	460	0,45	120	8,5
16	433	0,43	113	7,9
15	406	0,40	105	7,3
14	379	0,38	98	6,8
13	352	0,36	90	6,2

Дощувач колісний широкозахватний ДКШ-64 «Волжанка» застосовувався для позиційного поливу низкорослих сільськогосподарських культур. До складу дощувача входили два дощувальні крила довжиною 400 м кожен. Дощувальна машина працювала від гідрантів закритої зрошувальної мережі, що розміщувались на зрошувальних трубопроводах через 18 м. Максимальна витрата дощувача становила 64 л/с, напір – 40 м.

На сьогодні машини цієї групи вже не використовуються.

Нині в Україні для поливу сільськогосподарських культур успішно застосовуються іноземні та вітчизняні багатоопорні дощувальні машини кругового, фронтального та фронтально-кругового переміщення (табл. 3.2, 3.5).

Сучасні машини іноземного виробництва фронтального та фронтально-кругового переміщення, які закуповують господарства України, експлуатуються на зрошувальних мережах, що залишилися після дощувальних машин ДФ-120 «Днепр», ДКШ-64 «Волжанка». Для їх використання потрібно змінити відстань між гідрантами, що відповідає технологічній схемі поливу конкретної машини.

Таблиця 3.5

Основні технічні дані багатоопорних широкозахватних дощувальних машин

Показники	Значення показників для дощувальних машин									
	Zimatic 434 M	«Фрегат» ДМУ-Бнм 463-72	Zimatic 354 M	T-L 243 M OSL +	Cnterliner 168 CLS	«Фрегат» ДМФЕ	«Zimatic 800M»	«Pierce 800 M»	«T-L 400 Ultra Linear»	«Quadrostar QS 100»
Забір води	гідрант	гідрант	гідрант	гідрант	гідрант	гідрант	канал	канал	канал	канал
Схема поливу	по колу	по колу в русі	фронт. в русі	фронт. в русі	фронт., кругова	фронт., кругова	фронт. в русі	фронт. в русі	фронт. в русі	фронт. в русі
Привід	електро-механічний	гідрав-лічний	елект-ричний	гідрав-лічний	елект-ричний	елект-ричний	елект-ричний	елект-ричний	гідроста-тичний	елект-ричний
Тиск на вході в машину, МПа	0,3	0,38	0,30	0,21	0,35	0,35	-	-	-	-
Витрати води, л/с	77,3	72	81,4	30	64	75	186	173	89	71,3
Робоча ширина (радіус) захвату, м	434	480,5	354	243	340	454	805	818	398	128
Продуктивність, га за годину	0,464	0,432	0,49	0,168	0,384	0,45	1,12	1,04	0,53	0,43
Середня інтенсивність дощу, мм/хв	1,1	0,61	1,1	0,81	1,1	0,83	1,7	1,5	1,8	2,8



Закрита зрошувальна мережа при цьому проектується таким чином, щоб відстань між гідрантами становила в середньому 200 м. Тому машина пройшовши 100 м після гідранта, зупиняється для того, щоб перемикає шланг на наступний гідрант. Для цього шланг від'єднується від гідранта і за допомогою трактора кінець шланга транспортується до наступного за напрямком руху машини гідранта.

Слід зазначити, що використовуються дві конструкційні схеми водозабірної вузла – з одинарним і з подвійним підключенням шланга. У першому випадку для зміни гідранта необхідно зупинити машину, у другому – без зупинки технологічного процесу.

В останньому випадку водозабірний вузол силового візка машини має два входи, до кожного з яких приєднаний рукав. Під час роботи машини по одному з рукавів подається вода. Після проходження машини з частини відстані оператор за допомогою трактора транспортує і підключає кінець другого рукава до наступного за напрямком руху машини гідранта. При цьому відбувається перемикає рукава на наступну позицію і деякий час вода надходить до машини з двох гідрантів. Таким чином забезпечується безперервна робота дощувальної машини.

У даний час на зрошувальних системах України використовують дощувальні машини третьої групи, зокрема зарубіжні мобільні шлангобарабанні дощувальні машини типу «*Idrofodlia*» і «*Irrimec*», а також вітчизняні мобільні дощувальні установки МДФ, ШБДУ.

Технічні показники деяких мобільних дощувальних машин наведені у табл. 3.6.

Таблиця 3.6

Основні технічні дані шлангобарабанних дощувальних машин

Показники	Значення показників для дощувальних машин			
	G3D-100J 270 «Idrofodlia»	«Irrimec» ST- 6 110TG450	MF 3-110 TG-600	«G5D-100 G540»
Забір води	з трубо- проводу (гідрант)	з трубо- проводу (гідрант)	з трубо- проводу (гідрант)	з трубо- проводу (гідрант)
Схема поливу	по сектору на позиції	фронтально в русі	по колу на позиції	фронтально в русі



Привід	механічний	механічний	гідравлічний	гідравлічний
Тиск на вході в машину, МПа	0,45	0,25	0,54	0,50
Витрати води, л/с	14	10,1	14	12,3
Робоча ширина захвату, м	51	46	50	15
Продуктивність, га за годину основного часу (m=600 м ³ /год)	0,08	0,061	0,084	0,074
Коефіцієнт ефективного поливу	0,80	0,71	0,73	0,64-0,78
Середня інтенсивність дощу, мм/хв	0,41	-	0,43	-
Коефіцієнт готовності	1,0	0,99	0,99	0,99
Коефіцієнт використання змінного часу	0,94	0,95	0,97	0,94
Довжина шланга, м	270	450	600	540
Діаметр шланга, мм	100	110	110	100
Діаметр барабана, мм	2080	2720	2910	-
Маса, кг (конструкція)	1950	-	-	-
Питомі енерговитрати, кВт-год/га	-	17,9	138	82,4

Дощувальні машини четвертої групи в Україні вже не використовують.

У свій час для поливу овочевих, зернових і технічних культур, лук, пасовищ, садів і лісорозсадників застосовувались далекоструменеві дощувальні машини типу ДДН-70 і ДДН-100, але

на сучасному етапі вони практично не застосовуються.

Розрахунки поливу дощуванням. При поливі дощуванням визначають інтенсивність штучного дощу, тривалість поливу, продуктивність дощувальних пристроїв та необхідну їх кількість.

Інтенсивність штучного дощу – це шар опадів (мм), створених дощувальним пристроєм протягом однієї хвилини. Різна технологія дощування вимагає визначення двох видів інтенсивності дощу: дійсної і середньої.

Дійсна інтенсивність дощу ρ відображує інтенсивність у точці на поверхні ґрунту і виражається відношенням приросту шару опадів H до приросту часу dt ; $\rho = dh/dt$.

При підборі дощувальної техніки згідно із всмоктувальною здатністю ґрунту звичайно користуються середньою інтенсивністю, яку визначають залежностями:

$$\rho_{cp} = \frac{h_{cp}}{t}; \quad h_{cp} = \frac{60Qt}{F}; \quad \rho_{cp} = \frac{60Q}{F}, \quad (3.14)$$

де h_{cp} – середній шар опадів, що випали на певній площі, мм; t – тривалість випадання опадів, хв; Q – витрата води дощувальним пристроєм, л/с.

Залежно від технології дощування і конструктивних особливостей дощувальних пристроїв є різні формули для визначення середньої інтенсивності дощу.

Для дощувальних пристроїв, що працюють позиційно:

$$\rho_{cp} = \frac{60Q}{F} = \frac{60Q}{lb}, \quad (3.15)$$

де l і b – довжина і ширина смуги зволоження з однієї позиції з врахуванням перекриття дощем з суміжних позицій, м.

Для дощувальних машин, що працюють під час руху (типу ДДА, «Фрегат»):

$$\rho_{cp} = \frac{60Q}{l(b+S)}, \quad (3.16)$$

де l і b – довжина і ширина смуги зволоження при стаціонарному положенні агрегату з врахуванням перекриття з суміжних позицій, м; S – шлях агрегату за 1 хв, м.

Середня інтенсивність дощу порівнюється зі швидкістю всмоктування води у ґрунт, при якій не утворюються калюжі і

поверхневий стік. При цьому потрібно додержуватись умови $\rho_{cp} < K_{вс}$. Застосування дощувальних пристроїв з інтенсивністю дощу, що не відповідає всмоктувальній здатності ґрунту, допускається лише як виняток.

Тривалість поливу для дощувальних пристроїв, що працюють позиційно:

$$t_{noz} = \frac{m}{10\rho_{cp}}, \quad (3.17)$$

де m – поливна норма, м³/га; ρ_{cp} – середня інтенсивність дощу, мм/хв.

Для дощувальних машин типу ДДА-100М і ДДА-100МА, що працюють в русі, спочатку визначають кількість проходів агрегату вздовж зрошувача або його ділянки (б'єфа):

$$n = \frac{m}{h}, \quad (3.18)$$

де m – поливна норма, мм; h – шар води, вилитий за один прохід, мм.

Одержане значення n округлюється до цілого непарного числа, щоб до моменту закінчення поливу на одному б'єфі агрегат розміщувався біля межі наступного б'єфа.

Для дощувальних машин, що працюють під час руху по колу, тривалість роботи на одній позиції:

$$t_{noz} = \frac{F_{noz}m}{60Q\beta}, \quad (3.19)$$

де F_{noz} – площа, що зволожується з однієї позиції, м²; m – поливна норма, м³/га; Q – витрата води дощувальної машини, л/с; β – коефіцієнт використання часу за період поливу.

Продуктивність (годинна, змінна і добова) дощувальних пристроїв визначається за формулою:

$$\varpi = \frac{3,6Qt\beta}{mK_e}, \quad (3.20)$$

де Q – витрата води дощувального пристрою, л/с; t – тривалість роботи за годину, зміну або добу; β – коефіцієнт корисного використання часу для поливу за годину, зміну або за добу; m – поливна норма, м³/га; K_e – коефіцієнт, що характеризує випаровування поливної води під час поливу.

Сезонна продуктивність:



$$\varpi_{\text{сез}} = \frac{86,4QT_c\beta_{\text{сез}}}{M_{\text{ср.зб}}^{\text{нм}} K_{\text{в}}}, \quad (3.21)$$

де T_c – тривалість поливного періоду, діб; c – частка годин роботи на поливі за добу, $c=t/24$ (t – кількість годин роботи за добу); $\beta_{\text{сез}}$ – сезонний коефіцієнт використання часу на поливі; $M_{\text{ср.зб}}^{\text{нм}}$ – середньозважена зрошувальна норма, м³/га.

Кількість дощувальних пристроїв для поливу:

$$N = \frac{q_{\text{max}} F_{\text{зр}}^{\text{нм}}}{\beta_{\text{сез}} c Q}, \quad (3.22)$$

де q_{max} – розрахунковий максимальний гідромодуль, л(с·га); $F_{\text{зр}}^{\text{нм}}$ – площа зрошування ділянки, га.

Якщо розрахункова ордината гідромодуля невідома, то

$$N = \frac{F_{\text{зр}}^{\text{нм}}}{\varpi_{\text{сез}}}. \quad (3.23)$$

Кількість необхідних дощувальних пристроїв округлюється до цілого числа в більший бік.

Обслуговуючий персонал: за зміну – $N_{\text{зм}} = NP$; за добу $N_{\text{д}} = N_{\text{зм}} n$, де N – кількість дощувальних пристроїв; P – кількість людей, що обслуговують один дощувальний пристрій за зміну; n – кількість робочих змін за добу.

Основні напрямки розвитку дощувальної техніки в Україні.

Сьогодні вітчизняні виробники практично не випускають техніку для зрошення, яка б відповідала сучасним вимогам енергозбереження, продуктивності, якості виконання технологічного процесу і надійності. Таким чином, поповнення парку дощувальних машин здійснюється, в основному, за рахунок закупівлі закордонної техніки.

Враховуючи стан зрошувальних систем та стан дощувальної техніки в Україні, їх розвиток передбачається здійснювати у три етапи (рис. 3.17).

Загальна схема використання поливної техніки на зрошувальних системах України наведена на рис. 3.18.

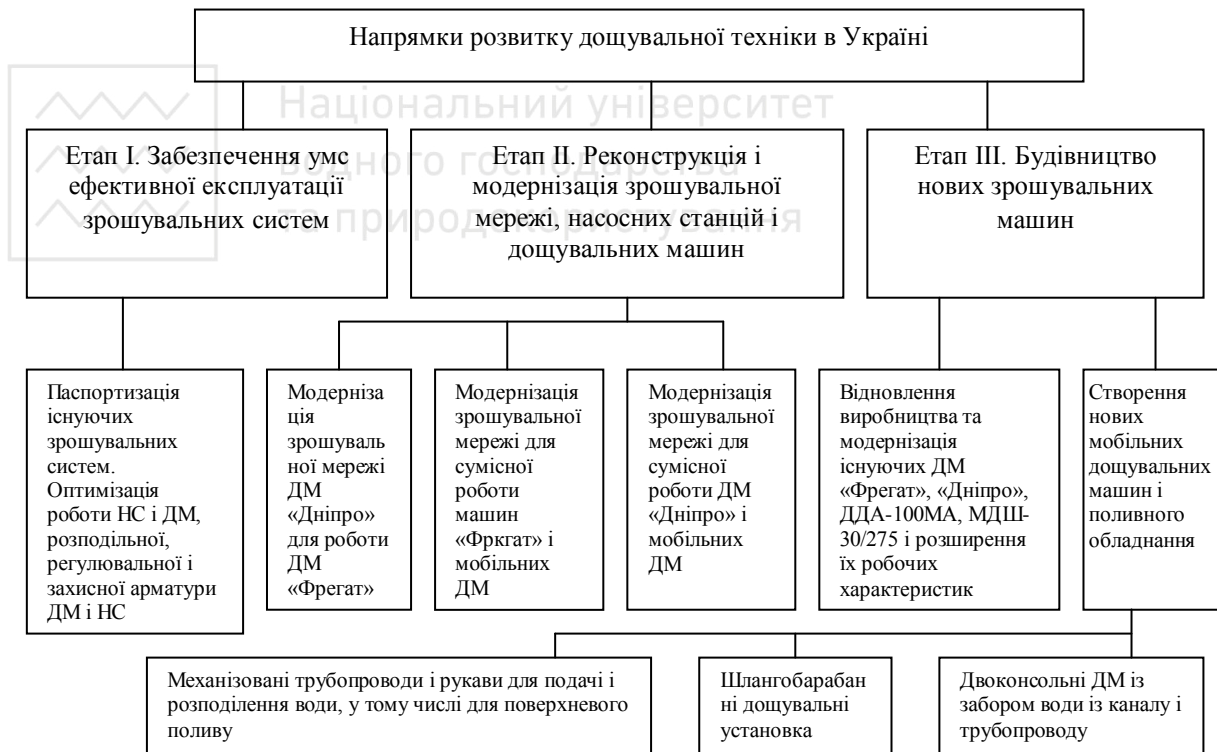


Рис. 3.17. Блок-схема напрямків розвитку дощувальної техніки



Рис. 3.18. Схема використання дощувальної техніки



3.3.5. Дрібнодисперсне зволоження

Дрібнодисперсне (аерозольне) зволоження є одним зі способів зрошування, що застосовується для ефективного регулювання мікроклімату пригрунтового шару повітря. Суть його полягає у розпиленні (диспергуванні) зрошувальної води на дрібні краплини (50...300 мкм), які вкривають листову поверхню рослин і не скочуються з неї на ґрунт, а залишаються до повного випаровування.

Цей процес супроводжується підвищенням відносної вологості повітря, зменшенням температури листової поверхні, скороченням витрати вологи на сумарне водоспоживання, захистом рослин від атмосферної посухи, сприяє активізації процесу фотосинтезу і підвищенню врожайності сільськогосподарських культур.

Дрібнодисперсне зволоження (ДДЗ) проводять, як правило, тільки вдень, коли температура повітря перевищує фізіологічні оптимальні значення для розвитку сільськогосподарських культур. Норма разового поливу становить 80...600 л/га за годину.

Спеціальне обладнання дозволяє здійснювати дрібнодисперсне зволоження агрегатом ДДА-100МА.

За відсутності спеціального обладнання дрібнодисперсне зволоження можна здійснювати звичайними розпилювачами мінеральних добрив і оприскувачами пестицидів типу ОВТ-1, ОП-450 та ін.

3.3.6. Внутрішньогрунтове зрошування

При внутрішньогрунтовому зрошуванні поливна вода підводиться безпосередньо до кореневмісного шару за допомогою зволожувачів різних конструкцій. При цьому забезпечується добра аерація ґрунтового шару, протягом усього вегетаційного періоду підтримується задана вологість ґранту без значних втрат води.

Існує кілька різновидів систем внутрішньогрунтового зрошування. За напором у мережі розрізняють напірні з гравітаційно-капілярним, низьконапірні з капілярно-гравітаційним і адсорбційні (вакуумні) з капілярним зволоженням ґрунту. Найбільш поширені низьконапірні системи (рис. 3.19).



Елементи техніки зрошування: глибина закладання зволожувачів (0,4...0,6 м); напір у зволожувачах (0,2...0,5 м); питома витрата води (0,02...0,33 л/с на 100 м довжини); довжина зволожувачів (50...200 м); відстань між зволожувачами (1,0...3,5 м); тривалість поливу.

На величину елементів техніки внутрішньогрунтового зрошування впливають водопроникність ґрунту, похил, складність мікрорельєфу, мутність води. Від прийнятих елементів техніки зрошування залежить якість поливу, яка оцінюється рівномірністю зволоження за довжиною, глибиною незволоженого шару ґрунту, глибинним витоком води.

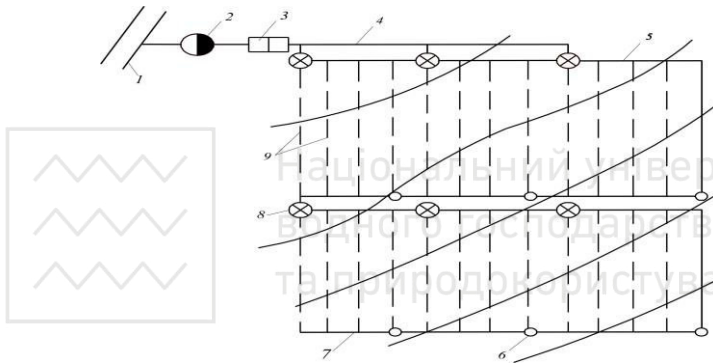


Рис. 3.19. Поздовжня схема системи внутрішньогрунтового зрошування:

- 1 – джерело води; 2 – насосна станція; 3 – очисні споруди;
- 4 – розподільні трубопроводи; 5 – зрошувальні трубопроводи;
- 6 – колодязі-стояки; 7 – водовідвідні аераційні трубопроводи;
- 8 – колодязі перемикачі; 9 – зрошувальні трубопроводи

3.3.7. Мікрозрошування сільськогосподарських культур

У зрошуваному землеробстві тенденція переходу до ресурсозберігаючих та екологічно безпечних технологій реалізується впровадженням у практику нових способів і технічних засобів поливу, що забезпечують дозовану, з малими витратами, подачу води з розчиненими в ній поживними речовинами, мікроелементами, хіммеліорантами, засобами захисту та регуляторами росту дискретно кожній рослині.



До таких способів поливу належить краплинне зрошування та мікродозування, що об'єднуються загальною назвою мікрозрошування. На відміну від традиційних способів зрошування, коли зволожується вся площа, при мікрозрошуванні має місце дозована подача води кожній рослині.

Дозоване подавання поливної води і поживних речовин у поєднанні з локальним характером зволоження ґрунтів забезпечують істотні переваги такого способу поливу перед традиційним зрошуванням, які, насамперед, полягають у значній економії води (30...50%), зниженні експлуатаційних затрат, мінімізації шкідливого впливу на довкілля, високій ефективності (85...90%). Ці, та низка інших переваг, зумовили високі темпи промислового використання мікрозрошування у багатьох країнах світу. За відносно короткий проміжок часу (близько 30 років) загальна площа земель, що поливаються таким способом, сягнула 2 млн. га, а річні обсяги його будівництва у деяких країнах (США, Іспанія, Італія, Ізраїль) досягли десятків тисяч гектарів.

Наведені загальні тенденції розвитку і використання мікрозрошування, що характерні для більшості країн з високорозвиненим зрошуваним землеробством, притаманні і Україні. Тут розроблені технології краплинного зрошування плодово-ягідних культур, винограду, овочів, методи гідравлічного розрахунку параметрів систем, технічні засоби очистки води, організовано дослідне і серійне виробництво мікрородовипусків, деталей і арматури для поливних трубопроводів тощо.

З появою технічних засобів та технологій вирощування краплинне зрошування успішно застосовується і для поливу овочевих культур. Враховуючи, що забезпеченість України водними ресурсами є однією з найнижчих в Європі, застосування такого способу поливу досить вологолюбних овочевих культур є доцільним не тільки з точки зору підвищення їх продуктивності, а й з огляду на значну економію води.

Мікрозрошування перспективне як спосіб поливу садово-паркових насаджень, аеродромів, стадіонів, майданчиків для гольфу крокету тощо.

Системи краплинного зрошування. Сучасна система краплинного зрошування з крапельницями безперервної дії складається з водозабірної споруди 1, напоруутворюючого вузла 2,



системи автоматичного контролю і управління системою 3, фільтростанції 4, засобів обліку води 5, вузла внесення добрив і хімікатів з поливною водою 6, мережі магістральних, розподільних, ділянкових і поливних трубопроводів 7 і 8, мікродовипусків – крапельниць 9 (рис. 3.20).

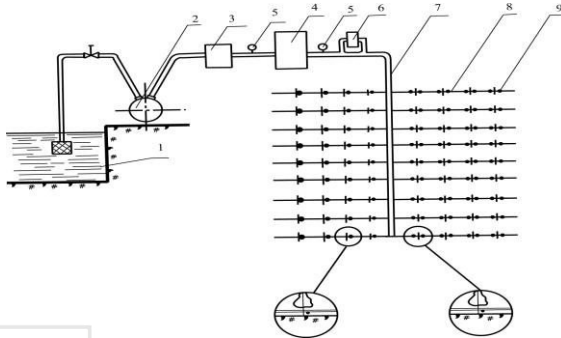


Рис. 3.20. Принципова схема системи безперервного краплинного зрошування
1 – водозабірна споруда; 2 – напорювальний вузол; 3 – блок автоматичного контролю і управління системою; 4 – фільтростанція; 5 – водомірне обладнання; 6 – вузол внесення добрив і хімікатів з поливною водою; 7, 8 – трубопроводна мережа; 9 – крапельниці

Принцип дії системи полягає у тому, що вода під напором із напорювального вузла подається через фільтростанцію, пристрій для внесення добрив і хімікатів у трубопроводну мережу, а потім до крапельниць. Система може працювати як в ручному, так і автоматичному режимах.

Основними конструктивними елементами систем краплинного зрошування, які визначають їх параметри, є крапельниці і поливні трубопроводи.

Крапельниці поділяються на два основних типи (види): **тупикові** (ON LINE), що монтуються на зовнішньому боці трубопроводу та **інтегровані** (IN LINE), розміщені в середині самого трубопроводу при його виробництві. При цьому тупикові крапельниці, а саме вони з'явилися першими і майже 30 років визначали технічний рівень краплинного зрошування, останнім часом поступаються місцем крапельницям інтегрованим, а точніше, трубопроводам з **інтегрованими** крапельницями. Вони є зручнішими в роботі на всіх



етапах їхнього використання, насамперед, завдяки меншим трудовитратам на монтаж і демонтаж систем.

На системах краплинного поливу овочевих культур найбільш придатними є поливні трубопроводи з інтегрованими краплинними водовипусками з різними відстанями між ними. У таких трубопроводах краплинні водовипуски розміщуються всередині трубопроводу в процесі їх виготовлення за спеціальною технологією. Внутрішнє розміщення краплинних водовипусків забезпечує можливість механізації будівництва і демонтажу систем.

Системи мікродощування. Мікродощувальні системи за своєю конструкцією займають проміжну позицію між крапельними і дощувальними. Найбільше поширення вони знайшли в США, ФРГ, Південній Африці, Австралії, Італії й ін., де застосовуються в основному для поливу плодкових культур. У цих системах використовуються дощувальні мікронасадки з малою витратою (16...300 л/год), що працюють при низькому тиску (100...400 кПа) та забезпечують дрібне розпилення води.

В Україні застосовувалися дефлекторні і відцентрово-гвинтові насадки-розпилювачі типу Д-004, Д-005, Д-006 і Д-007. Мікронасадки встановлюють (1...2 насадки) на розподільній мережі під кронами дерев поблизу стовбура, як і в системах крапельного зрошування.

У залежності від схеми розташування мікронасадки зрошують усю пристовбурну смугу або частину її в зоні, найбільш насиченими коренями. Діаметр площі, що поливається одною насадкою, коливається від 0,8 до 4,7 м. За допомогою мікронасадок вносять розчини добрив і гербіцидів. У зоні, де плоді дерева піддаються пізньовесняним заморозкам, мікродощування використовують у якості протизаморозкового засобу.

Основною перевагою мікродощувальних систем (у порівнянні з краплинним) є менша засміченість і значна економія зрошувальної води. Капітальні витрати на мікродощувальні системи також значно нижче, оскільки для їх будівництва не потрібні високонапірні металеві труби.

Мікродощувальна система вигідно відрізняється від звичайної дощувальної тим, що вона працює при значно меншому тиску (у 2...3 рази), а це дозволяє заощаджувати 20...30% енергії. Менша кінетична енергія дощувальних крапель, що утворюються при



мікродощуванні, майже цілком виключає ерозію ґрунту. Листова поверхня і стовбури дерев, як правило залишаються сухими і з листів не змиваються засоби хімічного захисту.

В Україні мікродощувальні системи застосовують для підкранованого, надкранованого і комбінованого зрошування плодкових насаджень

3.3.8. Субіригація

Субіригація (підземне зрошування) – це спосіб зволоження кореневмісного шару ґрунту за рахунок капілярного підживлення шляхом підйому і підтримання необхідного рівня ґрунтових вод.

Варіанти субіригації: шлюзування (підпір) скидних, дренажних і зрошувальних каналів; подача зрошувальної води по сильнофільтруючих каналах, а також по прокладених на невеликій глибині (0,5...0,6 м) трубчастих зволожувачах; регулювання природного відтоку ґрунтових вод; підживлення артезіанськими водами шляхом прорізування водонепроникного шару.

Підземне зрошування застосовується для вологолюбних рослин з глибокою кореневою системою на територіях з природним плоским рельєфом без похилу, однорідними незасоленими, з добрими капілярними властивостями ґрунтами, неглибоким заляганням прісних ґрунтових вод.

Контрольні питання:

1. Дайте коротку характеристику основних способів зрошування.
2. Поясніть різницю між процесами всмоктування і фільтрації води у ґрунті.
3. Назвіть основні різновиди поверхневого зрошування.
4. Перерахуйте умови застосування і дайте коротку характеристику поливу по борознах, смугах і затоплення.
5. Назвіть елементи техніки поливу по борознах і смугах
6. Що впливає на вибір схеми проектування тимчасової зрошувальної мережі на поливній ділянці?
7. Назвіть основні елементи зрошувальної системи при поверхневому поливі.



8. Який елемент зрошувальної системи обов'язковий на засолених ґрунтах?
9. Назвіть складові частини дощувальної системи.
10. Перерахуйте умови застосування дощування.
11. За яким принципом класифікуються дощувальні машини і установки?
12. Уточніть особливості конструкції зрошувальної мережі при використанні для поливу середньо- та високонапірних дощувальних машин і установок.
13. У чому полягають розрахунки поливу дощуванням?
14. Назвіть основні перспективні напрямки використання дощувальної техніки в Україні.
15. Назвіть особливості конструкції зрошувальних систем при дрібнодисперсному і внутрішньогрунтовому зрошуванні.
16. Назвіть умови застосування краплинного зрошування сільськогосподарських культур.
17. Перерахуйте основні елементи систем краплинного зрошування і дайте їх коротку характеристику.
18. Що розрізняють під мікродощуванням сільськогосподарських культур?

3.4. Проектування і розрахунки провідної зрошувальної мережі

3.4.1. Типи зрошувальної мережі

Провідна зрошувальна мережа – система зрошувальних каналів або трубопроводів, що транспортують зрошувальну воду із джерела зрошування до зрошуваного масиву, розподіляючи її між окремими господарствами і подаючи безпосередньо до поливних ділянок.

Зрошувальну мережу проектують чотирьох типів: **відкриту** – у земляному руслі з покриттям або без нього; **лотікову** – в лотіках різного перерізу; **трубчасту (закриту)**; **комбіновану** – з каналів і трубопроводів.

Орієнтовно канали в земляному руслі застосовують при похилах менше 0,0005, канали-лотіки – при похилах 0,002...0,0005, комбіновану мережу з каналів-лотіків і трубопроводів – при похилах 0,002...0,003 і трубопроводи при похилах понад 0,003, а також складному рельєфі.



Зрошувальна мережа може бути **стаціонарною, напівстаціонарною, тимчасовою (пересувною)**.

Конструкцію зрошувальної мережі у проектах приймають після техніко-економічного порівняння кількох різних варіантів.

3.4.2. Відкрита провідна зрошувальна мережа

Провідна зрошувальна мережа каналів складається з магістрального каналу, його віток, міжгосподарських, внутрішньогосподарських і ділянкових розподільників різних порядків і мережі зрошувачів. В окремих випадках зрошувальна мережа може не мати повного переліку каналів (див. рис. 3.1).

Вимоги, що ставляться до розміщення каналів. Для забезпечення умов командування і самопливного розподілу води канали необхідно трасувати за найбільш високими відмітками місцевості. Бажано, щоб канали розміщувались на водорозділах з двостороннім командуванням. При проектуванні мережі слід домагатися, щоб довжина каналів була найменшою, оскільки у протилежному випадку збільшується вартість будівництва і експлуатації, а до того ж зменшується коефіцієнт корисної для зрошувальної системи. Для скорочення найбільш довгої мережі внутрішньогосподарських розподільників на зрошувальній системі застосовують схеми, в яких ці розподільники подають воду на кілька полів сівозміни. Найраціональніше трасувати канал на похилій місцевості, що забезпечує швидкість руху води в ньому наближеної до допустимої на розмив. При малих похилах збільшується поперечний переріз каналів і ускладнюється виробництво робіт, а при великих похилах доводиться влаштовувати на каналах перепади і швидкотоки. Оскільки канали є реальними границями земельних ділянок, то їх слід розміщувати по границях господарств, сівозмінних, бригадних та інших ділянок.

Кількість споруд для переходу доріг, ярів, регулювання витрат і швидкостей води повинна бути мінімальною, але достатньою для нормальної роботи системи.

Проектування провідної зрошувальної мережі на плані. Проектування провідної зрошувальної мережі каналів виконують на планах у масштабах 1: 10000 або 1:5000 з перерізом горизонталей через 0,5 м.



Мережу починають проектувати з нанесення на план меж господарств і визначення валової та придатної для зрошування площі, контурів ділянок, непридатних для зрошування за топографічними і ґрунтовими умовами. Аналізується рельєф, виділяються підвищені і понижені ділянки для можливого трасування зрошувальних і водозбірно-скидних каналів.

Траси розподільних каналів намічають за найвищими елементами рельєфу. Потім, залежно від характеру рельєфу і техніки поливу, призначають 3..4 розрахункових «типорозміри» сівозмінного поля, застосовуючи масштабні шаблони сівозмін.

Оптимальним варіантом розміщення полів для такого «типорозміру» буде варіант з їх найкомпактнішим розміщенням при найменшій кількості полів неправильної форми.

Пов'язують траси каналів з границями господарств, полів сівозмін, дорогами та іншими комунікаціями і розпочинають розбивку поливних ділянок у межах кожної сівозміни.

Номенклатура зрошувальних каналів. Зрошувальні канали поділяються на три групи: *магістральні та їхні вітки, розподільники різних порядків, тимчасові зрошувачі.*

Відкриті магістральні канали та їхні вітки позначають так: МК, 1-МК, 2-МК та ін.; закриті – МКр, 1-МКр, 2-МКр та ін. Великим каналам регіонального призначення дають власні імена, наприклад Північно – Кримський канал.

Зрошувальні канали позначають великою буквою К, причому розподільні канали мають цифрову індексацію перед буквеним позначенням, а зрошувачі – після буквенного позначення. Номери розподільних каналів або зрошувачів одцого порядку відокремлюють від номера цих каналів другого порядку крапкою. Наприклад, відкриті розподільники 1-, 2-, 3-го порядків позначають відповідно 1-1К, 1-1ЛК, 1-1.1 ЛК; закриті – 1-1 Кр, 1-1.1 Кр, 1-1.1.1 Кр. Відкриті зрошувачі різних порядків позначають так: 1-1К1, 1-1К1.І; закриті – 1-1 Кр 1, 1-1К1.1.

Номенклатура площ зрошувальних систем. При проектуванні зрошувальної системи та її частин ступінь використання земельного фонду визначається коефіцієнтом земельного використання $K_{зв}$ за залежністю $K_{зв} = F_{нм} / F_{зр}$, де $F_{нм}$ – зрошувана площа нетто, безпосередньо зайнята посівами сільськогосподарських культур, природними травами і насадженнями; $F_{зр}$ – зрошувана площа



брутто – площа **нетто** разом з площею відчуження під канали, споруди, дороги, будівлі, а також площі дрібних виключень всередині зрошуваних полів, зрошування яких проводити недоцільно.

Розрахункові витрати води в каналах. У проектах зрошувальних систем встановлена така номенклатура розрахункових витрат води – **максимальна, мінімальна і форсована**.

Максимальною витратою води Q_{\max} називається найбільша витрата води, що пропускає канал тривалий час.

Мінімальною витратою води Q_{\min} називається найменша витрата води, яку потрібно пропустити по каналу згідно з розрахунковим графіком гідромодуля і розрахунковим планом водоподачі і водообороту.

Форсованою витратою води $Q_{\text{форс}}$ називається збільшена максимальна витрата води, яку потрібно пропустити по каналу за короткий час в особливих умовах експлуатації.

Витратою води нетто каналу називають витрату води в кінцевій його частині.

Витратою води брутто називають витрату води в голові каналу з врахуванням витрат води по його довжині.

Витратою води нетто системи називають витрату води, що подається на поля, а **витратою води брутто** – витрату води в голові магістрального каналу.

При визначенні розрахункових витрат води зрошувальних каналів враховують потребу у воді окремих господарств та режим джерела зрошування.

Для визначення потреби господарства у воді розраховують режим зрошування сільськогосподарських культур, виходячи з біологічних особливостей, проектної врожайності, кліматичних умов та забезпеченості атмосферних опадів.

На основі режиму зрошування складають графік витрати води на сівозмінну ділянку або графік гідромодуля.

Головною розрахунковою витратою води є максимальна витрата води каналу, що подається на сівозмінну ділянку Q_{cs}^{im} , її визначають за укомплектованим графіком водоподачі або



обчислюють за залежністю $Q_{cз}^{шт} = qF_{cз}^{шт}$ де $Q_{cз}^{шт}$ – максимальна витрата нетто на сівозмінній ділянці, л/с; q – розрахункова ордината укомплектованого графіка гідромодуля, л/с на 1 га; $F_{cз}^{шт}$ – площа сівозмінної ділянки нетто, га.

За розрахункову приймають максимальну ординату укомплектованого графіка гідромодуля в тому випадку, якщо ця ордината не менше однієї декади; в інших випадках за розрахункову приймають середню величину із значень, що наближаються до максимальної ординати за період не менше однієї декади.

Витрати води всіх інших каналів зрошувальної мережі обчислюють через $Q_{cз}^{шт}$ врахуванням загальносистемного плану водокористування.

Якщо витрата води на сівозмінну ділянку перевищує 250 л/с, то її розподіляють між двома або більше ділянковими каналами.

Витрати води всіх ланок зрошувальної мережі в межах сівозмінної ділянки повинні бути пов'язані послідовно від молодших ланок до старших з урахуванням витрат:

$$\sum Q_{m.z}^{бр} = Q_{вз.p}^{шт}; \quad (3.24)$$

$$\sum Q_{вз.p}^{бр} = Q_{cз}^{шт}. \quad (3.25)$$

Розрахункові витрати води зрошувальної мережі каналів при дощуванні визначаються згідно з графіком поливів, що враховує кількість і параметри дощувальної техніки. Витрати води тимчасових зрошувачів призначають відповідно до витрати води дощувальної машини

Кількість зрошувачів, що одночасно працюють на полі, а отже, і дощувальних машин визначають при складанні графіка поливів.

Максимальна витрата води ділянкового каналу в цьому випадку дорівнює сумі витрат води дощувальних машин (тимчасових зрошувачів), працюють на полі одночасно:

$$Q_{вз.p}^{шт} = \sum Q_{mз}^{бр}. \quad (3.26)$$

Мінімальна витрата води старших зрошувальних каналів визначається як сума цілого числа витрат ділянкових



розподільників. Для забезпечення умов незамулюваності і незабрудненості каналів мінімальна витрата води в них повинна становити не менше 40 % максимальної витрати.

При зміні умов водообороту, складу культур або площі під вологолюбними культурами, а також у сильнопосушливі періоди виникає необхідність пропускати **форсовані** (підвищені) витрати води по каналах. Форсовану витрату води необхідно приймати такою, що дорівнює максимальній витраті води, збільшеній на коефіцієнт форсування який: для міжгосподарських і господарських розподільників при витраті води менше $1\text{ м}^3/\text{складає} = 1,2...1,3$, при витраті від 1 до $10\text{ м}^3/\text{с} - 1,15...1,2$, а при витраті понад $10\text{ м}^3/\text{с} - 1,1...1,15$. Витрати води внутрішньогосподарських розподільників і тимчасових зрошувачів, що працюють по чергово, не форсуються.

Втрати води і к.к.д. каналів та зрошувальної системи. Під час пропуску води по каналах частина її втрачається: на фільтрацію (в окремих випадках 40...60% води, що подається); на випаровування (2...4%); на експлуатаційні скиди і витікання через споруди (2...5%).

Втрати води на фільтрацію залежно від водопроникності ґрунту досягають 98% загальних втрат, тому звичайно в розрахунках враховують тільки цей вид втрат і лише в деяких випадках – втрати на випаровування. Розрахункову витрату брутто каналу визначають за формулою

$$Q^{op} = Q^{im} + Q^e, \quad (3.27)$$

де Q^e – втрати води в каналі, л/с або $\text{м}^3/\text{с}$.

Втрати води на фільтрацію. При невідомих розмірах перерізу каналу визначають за формулою О. М. Костякова $\sigma = A/Q^m$, де σ – втрати на фільтрацію на 1 км каналу, % від Q ; Q – витрата в кінці каналу (нетто), $\text{м}^3/\text{с}$; A і m – коефіцієнти, що залежать від водопроникності ґрунту ($A = 0,7...3,4$; $m = 0,3...0,5$) Втрати в абсолютних величинах, л/с (м/с), визначають за залежністю

$$Q^e = \frac{\sigma Q l}{100}, \text{ де } l - \text{довжина каналу, км.}$$

Втрати води в каналах на випаровування складають невелику частину втрат на фільтрацію, але для великих каналів їх потрібно враховувати.



Втрати води на скид та витікання через нещільні затвори гідротехнічних споруд залежать від умов експлуатації системи та конструкції затворів.

Великі витікання (до 10... 15% від витрати води каналу і більше) характерні для щитових і шандорних затворів старих конструкцій.

Нові конструкції затворів, що застосовуються зараз (циліндричні, дискові, тарілчасті та ін.), дають змогу повністю усунути такий вид втрат.

Коефіцієнт корисної дії (к.к.д.) каналів дорівнює відношенню витрати води в кінці каналу (або ділянки) до витрати води у голові цього каналу (ділянки).

При заборі води з каналу у відводи к.к.д. його дорівнює відношенню суми витрат води, що подаються у відводи, до витрати води у голові каналу.

При водогосподарських розрахунках доводиться визначати к.к.д. каналів або окремих ділянок каналів, а також системи тих чи інших каналів.

К.к.д. окремого каналу (ділянки каналу) характеризує втрати лише з даного каналу (ділянки):

$$\eta_{\kappa} = \frac{Q_{\kappa}}{Q_2}, \quad (3.28)$$

де Q_{κ}, Q_2 – відповідні витрати води в кінці та голові каналу (ділянки).

К.к.д. системи каналів:

$$\eta_c = \frac{Q_{\text{пол}}}{Q_{c.\kappa}}, \quad (3.29)$$

де $Q_{\text{пол}}$ – витрата води, що подається на поля для поливу сільськогосподарських культур згідно з графіком водоподачі; $Q_{c.\kappa}$ – витрата води у голові старшого каналу системи.

Якщо виразити втрати води у каналах через відповідні коефіцієнти корисної дії, то $\eta_c = \eta'_p \eta'_{m.3}$, де η'_p – середньозважений к.к.д. розподільників, що працюють одночасно; $\eta'_{m.3}$ – середньозважений к.к.д. тимчасових зрошувачів та вивідних борозен, що працюють одночасно.



К.к.д. зрошувальної системи дорівнює к.к.д. системи магістрального каналу.

К.к.д. усієї зрошувальної мережі або окремих каналів безперервної дії визначається при максимальній розрахунковій витраті води, при цьому він не повинен бути нижчим таких значень: для зрошувальної системи – 0,8; для системи розподільників – 0,9. Якщо к.к.д. виявляється нижче зазначених величин, то необхідно передбачити заходи зі зменшення втрат води на фільтрацію.

Конструкції і розрахунки поперечних перерізів зрошувальних каналів. *Конструкція каналів* у земляному руслі визначається: витратою води; необхідною величиною командування каналу; характером ґрунту, в якому він прокладається; призначенням каналу і розміщенням його на місцевості; формою поперечного перерізу; габаритними розмірами робочого органу механізмів, що застосовуються для прокладання каналів.

Форма поперечного перерізу каналів вибирається залежно від їхніх розмірів, характеру ґрунтів основи і способу виробництва робіт (рис. 3.21).

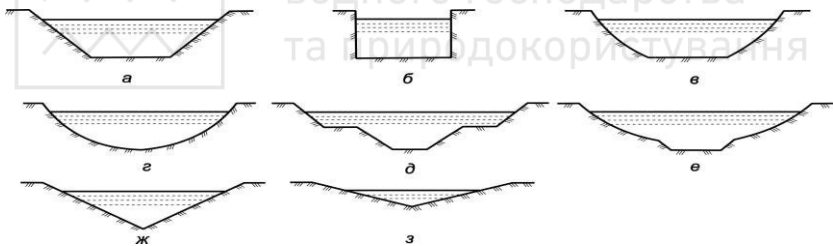


Рис. 3.21. Поперечні перерізи каналів:

- а – трапецієвидний; б – прямокутний; в – полігональний;
г – параболічний; д, е – калібрований; ж – трикутний;
з – улоговиноподібний

Канали середньої і малої пропускної здатності, як правило, мають трапецієвидну форму (а), найпростішу з точки зору виробництва робіт і в той же час таку, що забезпечує необхідну стійкість укосів.

Переріз параболічної форми (г) незручний для виконання, але в інших відношеннях є найкращим.



Канали з іншими формами поперечного перерізу застосовують дуже рідко, у поодиноких випадках.

За умовами виробництва робіт канали ділять на 3 типи: у **виїмці**, **напіввиїмці-напівнасіпу**, **в насіпу**.

Канали у виїмці (рис. 3.22). На ділянках, де непотрібно забезпечувати командування над поверхнею землі, а також у випадках, коли похил дна каналу приймають меншим, ніж похил місцевості на його трасі, канали бажано будувати у виїмці.

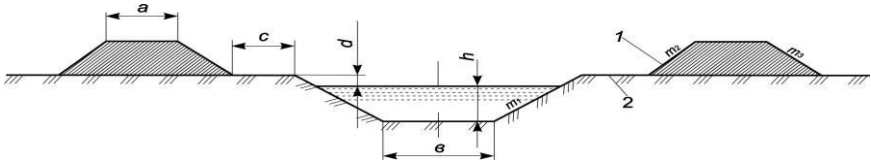


Рис. 3.22. Поперечні перерізи каналів у виїмці:

1 – кавальєр; 2 – берма

Відстань від бровки каналу до підшви кавальєру слід приймати 3 м при глибині виїмки до 2,5 м і 5 м при глибині виїмки від 2,5 до 5 м.

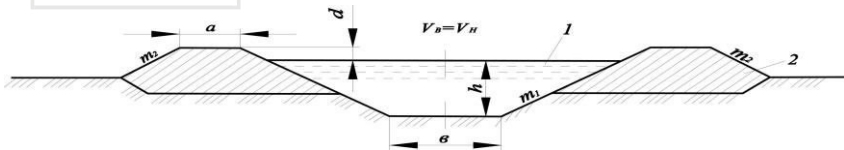


Рис. 3.23. Поперечний переріз каналу в напіввиїмці-напівнасіпу:

1 – виїмка; 2 – насип з пошаровим ущільненням

Канали у напіввиїмці-напівнасіпу (рис. 3.23) – найбільш поширена конструкція, яка забезпечує командування каналу над зрошуваною площею; здебільшого застосовується для робочої частини каналів.

За співвідношенням об'єму виїмки і насипу найбільш поширені канали з об'ємом виїмки $V_{\text{в}}$, що дорівнює об'єму насипу $V_{\text{н}}$.

Канали у насіпу (рис. 3.24) влаштовують, коли траса каналу проходить пониженнями рельєфу або по плоскому рельєфу і потрібно забезпечити командування над зрошуваною територією.

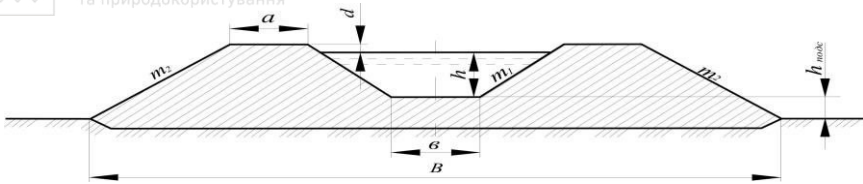


Рис. 3.24. Поперечний переріз каналу у насипу

Відстань між підшовою укусу дамби і бровкою зовнішнього резерву ґрунту повинна бути не менше 1,5 м при глибині резерву до 0,5 м і не менше 3 м при глибині резерву 0,5 м і більше.

Укуси постійних каналів зрошувальних систем закладають з урахуванням стійкості укосів існуючих каналів, що експлуатуються в аналогічних умовах. При відсутності таких аналогів величини закладання укосів каналів глибиною до 5 м приймають згідно з рекомендаціями нормативних документів, а більш глибоких каналів – на основі розрахунків.

Величина радіуса повороту каналу повинна бути не менше п'ятикратної ширини каналу по урізу води. Допустимі перевищення гребеня дамб каналів над максимальним рівнем води при витраті до 10 м³/с визначаються згідно рекомендацій нормативних документів, а при більшій витраті встановлюються розрахунком.

Мінімальна ширина гребеня дамб повинна забезпечувати виконання будівельних та експлуатаційних робіт.

При витраті до 10 м³/с приймають уніфіковані поперечні перерізи каналів, а при витраті понад 10 м³/с елементи профілю каналу визначають розрахунком.

Гідравлічний розрахунок каналів. Розрахунок зрошувальних каналів проводять за формулами рівномірного руху води, основною з яких є формула витрати води:

$$Q = \omega c \sqrt{R \cdot i} . \quad (3.30)$$

Розрахунок провадять на пропуск максимальної витрати бруто $Q_{\max}^{\text{бр}}$ після чого перевіряють переріз на пропуск мінімальної і форсованої витрат.

За форсованою витратою $Q_{\text{ф}}$ визначають необхідне перевищення дамб і берм над рівнем води у каналі і перевіряють канал на

нерозмивання. За мінімальною витратою перевіряють умови командування над відводами, визначають місця побудови підпірних споруд і перевіряють канал на замулюваність.

Внутрішньогосподарські розподільники, що працюють періодично, та ділянкові канали розраховуються тільки на $Q_{\max}^{\delta p}$

Q_{\min} .

При гідравлічному розрахунку зрошувальних каналів вирішують такі завдання: призначають форми і розміри поперечного перерізу каналу; визначають глибину води у каналі та швидкості в ньому при пропуску витрати Q_{ϕ} і Q_{\min} при значеннях b і m , розрахованих на пропуск максимальної витрати; визначають максимально і мінімально допустимі похили каналу на пропуск максимальної розрахункової витрати; визначають пропускну здатність каналу заданого перерізу з похилом.

Значення коефіцієнтів шорсткості для розрахунку каналів, що експлуатуються нормально, приймають у межах 0,01 ... 0,03 залежно від ґрунту ложа каналів і протифільтраційних покриттів. Середня швидкість руху води в каналі повинна задовольняти умову:

$$v_{\text{дон}}^{\text{розм}} > v_{\text{ср}} > v_{\text{дон}}^{\text{зам}}. \quad (3.31)$$

Допустима нерозмивна швидкість потоку $v_{\text{дон}}^{\text{розм}}$ для незв'язних ґрунтів рекомендується залежно від середнього діаметра і щільності часточок ґрунту, глибини потоку, вмісту у воді глинистих частинок, різнозернистості ґрунту, типу і режиму роботи каналів.

Наближене її значення, м/с, можна визначити за формулою С.А. Гіршкана:

$$v_{\text{дон}}^{\text{розм}} = kQ^{0,1}, \quad (3.32)$$

де k приймають від 0,53 для супісків до 0,85 для глин.

Допустима швидкість на замулювання $v_{\text{дон}}^{\text{зам}}$ залежить, в основному, від кількості наносів, їхнього гранулометричного складу, розмірів поперечного перерізу каналу і його похилу.

Величину замулюючої швидкості визначають за формулою С.Х. Абальянца:

$$v_{\text{дон}}^{\text{зам}} = 0,3R^{\frac{1}{4}} \quad (3.33)$$



С. А. Гіршкана (наближено) $v_{дон}^{зам} = A Q^{0,2}$, де R – гідравлічний радіус, м; Q – максимальна витрата брунто, м³/с; A – коефіцієнт, що залежить від середньозваженої гідравлічної крупності наносів, що транспортуються потоком ($A=0,33$ при $W<1,5$ мм/с; $A=0,44$ при $W=1,5...3,5$ мм/с і $A=0,55$ при $W=3,5$ мм/с).

У тих випадках, коли у вододжерелі багато наносів, необхідно передбачати заходи, що запобігають попаданню в систему донних наносів і осадженню крупних фракцій наносів у відстійниках з гідравлічним промиванням або механічною очисткою.

Для постійних зрошувальних каналів мінімальні швидкості руху води приймаються не менше 0,3 м/с, а при заборі освітленої води із водосховищ вони можуть бути знижені до 0,2 м/с.

Спряження рівнів води у каналах і проектування поздовжніх профілів. У зрошувальних каналах постійної і тривалої дії розрізняють три характерні глибини наповнення: h_{min} , h_{max} , $h_{фор}$. Ці глибини відповідають трьом розрахунковим витратам: Q_{min} , Q_{max} , $Q_{фор}$.

Рівні води у мережі каналів, починаючи з МК і закінчуючи тимчасовим зрошувачем на полі, повинні бути ув'язані так, щоб при різних режимах роботи забезпечувалася самопливна подача води на поля. Це можливо лише при командуванні старших каналів над молодшими.

Командуванням називають перевищення рівня води у старшому каналі над рівнем води у молодшому або у зрошувачі над поверхнею землі.

Рівні води у каналах ув'язують послідовно від молодших каналів до старших.

При поверхневих самопливних способах поливу для подачі води у поливну мережу або в чеки рівень води у тимчасових зрошувачах повинен бути вище поверхні землі: при поливі по борознах – на 0,05...0,1 м; при поливі по смугах – на 0,1...0,15 м, при подачі води у чеки – на 0,3 м.

При дощуванні командування рівня води у тимчасових зрошувачах необов'язкове.

Рівні води у кожному тимчасовому зрошувачі відмічають на профілі крапками і графічно визначають найвищі за умовами командування (диктуючі) тимчасові зрошувачі. Оскільки у голові кожного тимчасового зрошувача розміщуються водовипуски, то



рівень води в ділянковому каналі у точці відводу до тимчасового зрошувача повинен бути вищим ніж рівень води у цьому зрошувачі на величину втрат напору у водовипуску.

Якщо канали прокладають на місцевості з малим похилом, то вигідніше приймати значення перепаду порядку 0,05...0,1 м; при великих похилах перепади збільшують до 0,2...0,3 м і більше.

Оскільки канали періодичної дії не розраховуються на пропуск форсованої витрати, то характерними глибинами в них є h_{min} і h_{max} за якими і проєктують поздовжній профіль.

Відмітки дна каналу визначають як різницю відміток рівня води при максимальній витраті і глибини h_{max} . Похил дна каналу приймають однаковим з похилом рівня води.

Відмітка бровки дамби каналу визначається як відмітка максимального розрахункового рівня води плюс перевищення, значення якого приймають за відповідними нормативними документами.

Після цього встановлюють положення рівня води у каналі при пропуску мінімальної витрати води як відмітки дна каналу плюс h_{min} . Якщо виявиться, що при мінімальних рівнях старший канал втрачає командування над максимальними рівнями в молодших, то в цих місцях на старшому каналі проєктують перегороджувальні споруди для підпору води.

Для каналів, що розраховуються на пропуск $Q_{фор}$, розрізняють дві висоти командування – при максимальній h_{max} і форсованій $h_{фор}$ витратах. Тому у міжгосподарських розподільниках ув'язування рівня води здійснюють з врахуванням висоти командування $h_{фор}$.

Відмітки дамби в каналах з $Q_{фор}$ встановлюють від рівня води при пропуску форсованої витрати.

Дно бічних каналів слід розміщувати на одному рівні з дном старшого каналу або нижче його. У цьому випадку наноси не затримуються у старшому каналі і виносяться водою на поля.

3.4.3. Трубчаста зрошувальна мережа

Трубчаста зрошувальна мережа (ТЗМ) – це система трубопроводів, що виконують функції каналів. ТЗМ має такі переваги: відсутні втрати води на фільтрацію і випаровування; високий коефіцієнт земельного використання; можливість розподілу води на зрошуваній площі у разі складного рельєфу,



сприятливі умови для автоматизації роботи зрошувальної системи. До недоліків відносять потребу у значній кількості труб і витрати електроенергії на створення потрібного напору в трубопроводах.

Розрізняють два типи ТЗМ: *із самопливно-напірною* закритою або комбінованою мережею; з *механічною подачею* води у закриту мережу.

У самопливно-напірній мережі зрошувальна вода у трубопроводах транспортується за рахунок напору, що створюється природним ухилом місцевості. Її доцільно будувати на ділянках з ухилом 0,003 і вище.

Зрошувальні системи з механічною подачею води застосовуються у тих випадках, коли рівень води в джерелі нижчий від поверхні зрошуваної ділянки, або напору, що створюється природним ухилом місцевості.

Залежно від конструкції мережі ТЗМ поділяють на *стаціонарні, напівстаціонарні і пересувні*.

Для влаштування стаціонарної мережі використовують в основному азбестоцементні і бетонні труби, що закладають на глибину не менше 0,8 м від поверхні землі (до верху труби). Сталеві труби застосовують у поодиноких випадках (на просядкових, набрякаючих і заторфованих ґрунтах тощо).

Закриту мережу в плані проєктують, з урахуванням організації території та способів поливу, що застосовуються. Закриту мережу звичайно проєктують за *тупиковою схемою* (рис. 3.25, в).

У деяких випадках, щоб зменшити діаметр труб і збільшити надійність водоподачі, виконують попарне кільцювання розподільних трубопроводів (рис. 3.25, г). Вибір схеми розміщення закритої мережі визначається польовими трубопроводами, що мають розміщуватися за найбільшим ухилом, а при можливості – з двостороннім командуванням. Відстань між ними коливається у межах 200...900 м і більше.

Гідралічний розрахунок. Гідралічний розрахунок ТЗМ полягає у визначенні витрати води, діаметра і втрат напору води на подолання гідралічних опорів по довжині, у фасонних частинах та арматурі.

Розрахункова витрата польового трубопроводу:

$$Q_{n,m}^{im} = mF_{n,m}^{im} / 86,4t, \quad (3.34)$$



де $F_{п.м}^{шт}$ – площа нетто, що поливається з польового трубопроводу, га; t – тривалість поливу сільськогосподарської культури, га.

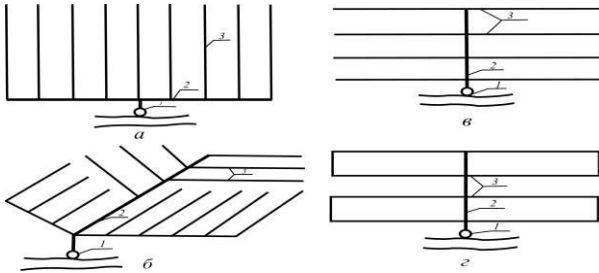


Рис. 3.25. Схеми розміщення трубчастої зрошувальної мережі:
а – одностороння; б – двостороння; в – тупикова; г – закріплена;
1 – насосна станція; 2 – магістральний трубопровід;
3 – розподільний трубопровід

Розрахункова витрата води розподільного трубопроводу у разі поверхневого поливу:

$$Q_{p.m}^{шт} = q_{\max} F_{сiv}^{шт} \quad (3.35)$$

У разі зрошування поливними або дощувальними машинами попередньо складають графіки їх роботи на сівзміній ділянці; визначають їх кількість, розміщення і схему переміщення на полях. Розрахункова витрата води поливного трубопроводу дорівнює сумарній витраті води поливних або дощувальних машин, що працюють на полі:

$$Q_{п.м}^{шт} = nQ_M, \quad (3.36)$$

де n – кількість машин, що одночасно працюють; Q_M – витрата води дощувальної (поливної) машини, л/с.

Розрахункова витрата води розподільного трубопроводу дорівнює сумі витрат польових трубопроводів.

На підставі розрахункових витрат і оптимальних швидкостей руху води (1,0...1,5 м/с) у трубопроводах попередньо обчислюють їх діаметри (у мм):

$$d = 1000 \sqrt{\frac{4Q}{\pi v}} = 1130 \sqrt{\frac{Q}{V}}, \quad (3.37)$$



де Q – розрахункова витрата води трубопроводу, м³/с; V – швидкість руху води у трубопроводі, м/с.

Далі підбирають найближчий стандартний діаметр трубопроводу з прийнятих труб.

Розрахунковий напір води на початку трубопроводу:

$$H = H_r + \sum h_e + \sum h_m + h_{eil} \quad (3.38)$$

де H_r – геодезичний напір, м; $\sum h_e$, $\sum h_m$ – втрати напору води відповідно по довжині розрахункової частини трубопроводу і на подолання місцевих опорів, м; h_{eil} – вільний напір води на гідранті, м; $h_e = \lambda l v^2 / 2gD$; λ – коефіцієнт гідравлічного опору; l – довжина ділянки трубопроводу, м; V – швидкість руху води, м/с; D – діаметр трубопроводу, м.

Втрати напору води по довжині та місцеві ($0,05, \dots, 0,1 h_e$) обчислюють окремо для кожної ділянки розрахункової траси трубопроводів з різними витратами води та діаметрами. Загальні втрати напору води отримують, шляхом додавання втрат води на окремих ділянках траси.

Контрольні питання:

1. Для чого призначена провідна зрошувальна мережа?
2. Назвіть типи провідної зрошувальної мережі та умови їх застосування.
3. Наведіть умови застосування і назвіть складові елементи відкритої провідної зрошувальної мережі.
4. Перерахуйте вимоги, що ставляться до зрошувальних каналів.
5. Що є основою для проектування зрошувальної мережі?
6. Назвіть основні принципи проектування зрошувальних каналів на плані.
7. На які витрати води розраховуються провідні зрошувальні канали?
8. Яка витрата води є основною розрахунковою для зрошувальних каналів і як вона визначається при різних способах поливу?



9. Які втрати води характерні для зрошувальних каналів?
10. Від яких факторів залежить величина втрат води із зрошувального каналу на фільтрацію?
11. Як визначається К.К.Д. окремого каналу і системи каналів?
12. Перерахуйте форми і типи поперечних перерізів зрошувальних каналів.
13. Як розраховуються елементи поперечних перерізів зрошувальних каналів?
14. У чому полягають гідравлічні розрахунки зрошувальних каналів?
15. Перерахуйте основні принципи ув'язки рівнів води і побудови поздовжніх профілів зрошувальних каналів.
16. Назвіть типи і умови застосування трубчатої зрошувальної мережі.
17. Перерахуйте основні схеми проектування зрошувальних трубопроводів на плані.
18. У чому суть розрахунків трубчатої зрошувальної мережі?

3.5. Джерела зрошування та охорона довкілля

3.5.1. Види джерел води для зрошування і обводнення

Джерелами води для зрошування і обводнення можуть бути річки у природному і зарегульованому стані, місцевий поверхневий стік, підземні води. Для зрошування можна також використовувати господарсько-побутові, промислові, шахтні, дренажно-скидні води зрошувальних систем, а також морські води після опріснення.

Вимоги, що ставляться до вододжерел: вода повинна бути придатна для зрошування, а при обводненні — для забезпечення побутових та господарських потреб; запаси і витрати води у джерелі повинні повністю задовольняти потреби зрошування.

Придатність води для зрошування визначається загальним вмістом солей у воді й їх хімічним складом і водно-фізичними властивостями ґрунту; вмістом і складом солей у ґрунті; дренаваністю території; складом с.-г. культур. Для багатьох сільськогосподарських рослин не шкідлива вода з мінералізацією до 1,5...2 г/л.



Джерело зрошування повинно забезпечувати потребу у воді протягом всього поливного сезону. Якщо в окремі періоди вододжерело має меншу витрату води, ніж потрібно для поливу, то режим вододжерела слід узгодити з режимом зрошування шляхом регулювання вододжерела, пристосування режиму зрошування культур до режиму вододжерела і зміни режиму роботи зрошувальної системи.

Зрошувальну здатність зарегульованого вододжерела (F , га) визначають за виразом $F = W \cdot \eta / M$, де W – об'єм води, що забирається для зрошування, м³; η – к.к.д. зрошувальної системи; M – середньозважена зрошувальна норма, м³/га.

Для незарегульованого джерела води:

$$F = \frac{Q \cdot \eta}{q}, \quad (3.39)$$

де Q – витрата води, що може використовуватися для зрошування, л/с, q – гідромодуль, л/с·га.

Основні джерела зрошування і обводнення – річки.

3.5.2. Узгодження режиму зрошування сільськогосподарських культур з режимом вододжерела

Для використання річних вод на зрошування і обводнення важливо знати їх водний режим і внутрішньорічний розподіл стоку, що залежить від характеру їх живлення і ступеня регулювання. Залежно від умов формування водного режиму, а отже і характеру гідрографу, рельєфних умов водозбору, річки поділяються на рівнинні та гірські.

Рівнинні річки мають малі похили і займають більш низьке положення відносно прилеглої території. Забір води з рівнинної річки звичайно проводять за допомогою насосних станцій.

Води основних рівнинних річок (Дніпро та ін.) – прісні, мають мало наносів, живляться за рахунок ґрунтових вод і опадів, найбільша витрата проходить по них весною, у період танення снігів, коли потреба в зрошуванні незначна. Для акумуляції повеневих вод влаштовують водосховища, воду з яких влітку використовують для зрошування і обводнення.



Різнovidом рівнинних є степові річки. Джерелом живлення для них є в основному зимові атмосферні опади. Витрати у степових річках досягають максимуму весною, скорочуючись до нуля влітку. Для використання їх стоку необхідно споруджувати водосховища.

Гірські річки мають великі похили, несуть багато наносів (до 4 кг/м^3), живляться за рахунок снігів та льодовиків, тому основний паводок на них буває в найбільш жаркий період року – влітку, що дозволяє найповніше використовувати їх для зрошування без будівництва водосховищ.

При зрошуванні з річки з незарегульованим стоком порівнюють гідрограф річки 85...90%-ї забезпеченості з витратами, необхідними для зрошування. Якщо в окремі періоди витрати води на зрошування дорівнюють витратам води річки, то забезпечити зрошування водою самопливом можна лише при влаштуванні греблі. Якщо витрати води на зрошування перевищують витрати води у річці, то необхідно влаштовувати регульовальні водосховища або резервуари, що штучно змінюють витрати води джерела у часі. Залежно від тривалості накопичення води і наступного її використання регулювання може бути **добовим, тижневим, сезонним (річним), багаторічним**.

Добове і тижневе регулювання застосовують найчастіше при використанні підземних вод, коли вночі воду накопичують в резервуарах або в басейнах, а вдень забирають на зрошування або водопостачання. **Сезонне або річне регулювання** полягає в перерозподілі стоку протягом одного року. З цією метою створюється на річці водосховище, в якому у період паводку стік повністю або частково затримується і використовується у поливний період. Сезонне регулювання застосовують у тому випадку, коли річне споживання води менше річного стоку розрахункової забезпеченості (70...97%).

Багаторічне регулювання стоку застосовують у тих випадках, коли споживання води перевищує стік розрахункової забезпеченості

При цьому воду запасують у водосховищі у багатоводні роки, а використовують на зрошування та обводнення у маловодні роки.

При сезонному регулюванні стоку об'єм водосховища приймають 20...70%, а при багаторічному – 120...170% середньобагаторічного стоку.



Регульовані водосховища розміщують на річці або в стороні від неї з живленням річною водою через підвідний канал. Воно може наповнюватись по підживлювальному каналу водою весняного стоку річки і водою, що стікає з прилеглої водозбірної площі. Водосховища, розміщені в стороні від річки, одержують лише частину річних наносів, тому вони менше замулюються.

При створенні водосховищ, особливо багаторічного регулювання, економічно доцільно питання зрошування і обводнення вирішувати у комплексі з виробництвом електроенергії та іншими потребами народного господарства. Прикладом комплексного використання водних ресурсів може бути Каховське водосховище на Дніпрі.

3.5.3. Якість поливних вод

Якість — зрошувальної води звичайно оцінюється трьома показниками: наявністю завислих наносів, температурою, а також мінералізацією та хімічним складом.

Завислі наноси, що знаходяться, як правило, у водах гірських річок, поліпшують агрегатний склад ґрунтів і збагачують їх органічною речовиною, що має велику агрохімічну цінність. Ці процеси відбуваються при утриманні завислих наносів у межах 1 кг/м³ і більше.

Якщо у джерелі зрошування вода має температуру нижче ніж 14°C, вона може негативно впливати на рослини, особливо при високій температурі повітря. Тому у таких випадках на зрошувальних системах передбачається влаштування басейнів, що забезпечують прогрівання води під дією сонячної радіації.

Придатність води для зрошування оцінюється взаємодією різних факторів, найважливіші з яких – загальний вміст солей і їх хімічний склад. Як критерій придатності води для зрошування застосовується показник величини іонного обміну, запропонований І.М. Антиповим-Каратаєвим:

$$K = \frac{rCa + rMg}{rNa + 0,238C}, \quad (3.40)$$

де K – коефіцієнт іонного обміну; rCa , rMg , rNa – еквівалентний вміст компонентів у воді; C – мінералізація води, г/л.



Вода вважається придатною для зрошування, якщо $K > 1$. При $Na/(Ca + Mg) > 4$ можливе осолонцювання ґрунту завдяки поглинанню іону натрію. Особливо небезпечна наявність у воді соди і специфічних речовин (смоли, феноли, свинець, нафтопродукти), що вимагає порівняння з допустимими концентраціями.

3.5.4. Природоохоронні заходи

При проведенні зрошувальних меліорацій обов'язково передбачають необхідні заходи з охорони природного середовища як у межах зрошувальної системи, так і на прилеглий до неї території. Охороні підлягають земля (ґрунти та надра), водні ресурси, повітряне середовище, рослинність, тваринний світ, ландшафти, пам'ятки природи, історії і культури.

У проектах зрошування роблять опис і прогноз можливих змін вказаних природних компонентів, передбачають перелік природоохоронних заходів, споруд та пристроїв, дають їх техніко-економічне обґрунтування.

Контрольні питання:

1. Перерахуйте основні джерела зрошування і обводнення.
2. Яким вимогам повинно відповідати вододжерело?
3. Що розуміють під зрошувальною здатністю вододжерела?
4. Як визначається зрошувальна здатність вододжерела?
5. Охарактеризуйте рівнинні річки як джерело зрошування.
6. Охарактеризуйте степові річки як джерело зрошування.
7. Охарактеризуйте гірські річки як джерело зрошування.
8. У чому суть узгодження режиму зрошування сільськогосподарських культур з режимом вододжерела?
9. Що розуміють під регулюванням стоку вододжерела?
10. Перерахуйте основні види регулювання стоку вододжерела.
11. За якими показниками оцінюється придатність води для зрошування?
12. Що таке показник величини іонного обміну?
13. За якими показниками якості води оцінюється небезпека можливого осолонцювання ґрунтів при зрошуванні?
14. Перерахуйте основні природоохоронні заходи при здійсненні зрошування земель.



4. Спеціальні види гідромеліорацій

4.1. Заходи боротьби з руйнівною дією води

4.1.1. Підтоплення територій

Причини підтоплення. Водний фактор на території України є одним із факторів підвищеного ризику щодо виникнення стихій та проявів їх шкідливої дії, що призводить до великомасштабних затоплень і підтоплень території, ураження інженерних інфраструктур та комунікацій (часто з катастрофічними і руйнівними наслідками).

Сьогодні в Україні надзвичайно загострилася проблема підтоплення територій, пов'язана з підвищенням рівнів підземних вод, зволоження ними порід і ґрунтів зони аерації тощо. Це, в свою чергу, викликає порушення у господарській та виробничій діяльності людей, погіршення побутових умов проживання населення, призводить до зміни фізико-хімічних властивостей підземних вод та екосистем ґрунту, впливає на видовий склад, структуру та продуктивність рослинного і тваринного світу на підтоплених територіях та спричиняє інші негативні прояви.

Під терміном «*підтоплення*» слід розуміти підвищення на окремих територіях рівнів підземних та ґрунтових вод і зволоження ними гірських порід та ґрунтів зони аерації, що призводить до порушення господарської та виробничої діяльності людей та умов їх проживання, зміни фізичних та фізико-хімічних властивостей підземних вод, видового складу, структури та продуктивності рослинного покриву.

Процеси підтоплення, затоплення паводковими водами, та інші прояви шкідливої дії води стали характерними не тільки для території України.

Причини підтоплення, затоплення паводковими водами можна розділити на дві основні групи: ***природні та штучні.***

Природні причини підтоплення території в основному визначаються особливостями геологічної будови, кліматом району, рельєфом місцевості і ступенем розвитку гідрографічної мережі та гідрогеологічними умовами.



В період весняної повені та літньо-осінніх паводків підтоплення території найбільш часто викликають ґрунтові води і напірні підземні води (рис. 4.1, 4.2).

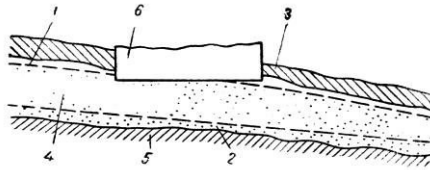


Рис. 4.1. Підтоплення території ґрунтовими водами:
1 – весняний рівень ґрунтових вод; 2 – зимовий рівень ґрунтових вод; 3 – суглинки;
4 – піски; 5 – глини; 6 – фундамент будівлі

Напірні води зустрічаються в водопроникних шарах, перекритих зверху і знизу водотривким шаром. У них часто утворюється великий капілярний шар, який досягає декількох метрів (2...3 і більше) і який є причиною підтоплення території (рис. 4.2).

Збільшення кількості та руйнівної сили стихійних природних явищ дослідники пов'язують з глобальними змінами клімату, його періодичними коливаннями та наявністю природної циклічності періодів підвищеної та низької водності, інтервали яких становлять приблизно 11,33 та 100 років.

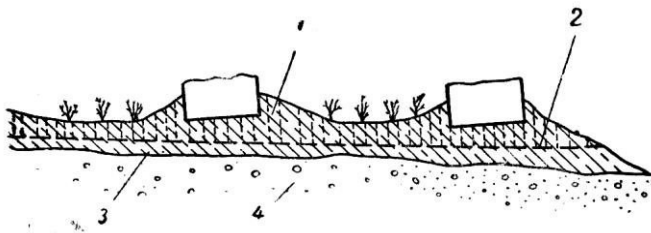


Рис. 4.2. Підтоплення території напірними водами:
1 – напірні води; 2 – рівень підземних вод; 3 – суглинки;
4 – піски з галькою

Тому клімат є основним природним чинником, який впливає на підвищення рівнів підземних вод, що призводить до підтоплення.

До штучних (техногенних) чинників формування процесу підтоплення земель можна віднести:



- замулення русел річок внаслідок розорювання прибережних смуг і крутосхилів, відсутність у населених пунктах зливоскидної мережі для відводу зливових та талих вод, а також відсутність належного вертикального планування забудованих територій;

- витік води з водопровідно-каналізаційної мережі, відсутність водовідвідної мережі за наявності централізованого водопостачання у містах, селищах та сільських населених пунктах (рис. 4.3);

- недостатньо обґрунтоване будівництво шлаконакопичувачів, ведення гірничо-видобувних розробок, спорудження недосконалих інженерних комунікацій на промислових майданчиках, ТЕЦ та АЕС тощо (рис. 4.4);

- будівництво у другій половині ХХ сторіччя великої кількості водоймищ та ставків на річках України (більше 1 тис. водосховищ та 28 тис. ставків) (рис. 4.5);

- пошкодження та засмічення дренажних систем, що побудовані з метою попередження процесів підтоплення населених пунктів і сільськогосподарських угідь;

- перекриття природного стоку поверхневих і ґрунтових вод різноманітними інженерними комунікаціями (залізниця, автодороги, газо- та нафтопроводи, фундаменти будівель тощо) без належних водопропускних споруд, а також замулення та засмічення існуючих;

- здійснення інженерно непередбаченого затоплення (“мокрої консервації”) шахтних та гірничих виробіток;

- надмірна вирубка лісонасаджень на водозборах, недосконале утримання протиерозійних споруд і замулення водопропускних та водовідвідних мереж на них;

- недостатнє будівництво на зрошуваних масивах дренажних систем та несвоєчасне проведення робіт з їх реконструкції та відновлення;

- неконтрольований та надмірний полив присадибних ділянок та ділянок малого зрошення;

- несанкціоноване будівництво об’єктів різного призначення у зонах впливу водних об’єктів (річок, водосховищ, каналів, тощо).

Підтоплення ґрунтовими водами відбувається тоді, коли рівень ґрунтових вод тимчасово або постійно встановлюється вище основи наземних або підземних споруд і комунікацій, а для рослин парків і садів – вище рівня, що порушує їх нормальний розвиток. У зоні



Полісся та Прикарпаття до підтоплених належать орні землі з глибиною залягання прісних ґрунтових вод до 1 метра, при якій підтримується оптимальна вологість кореневмісного шару.

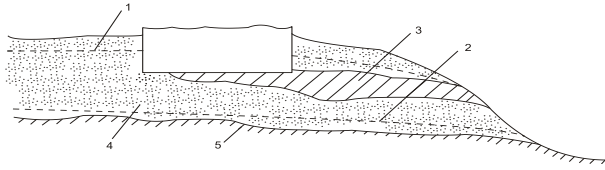


Рис. 4.3. Підтоплення території промислового комбінату при збільшенні інфільтрації води в ґрунт:

- 1 – рівень ґрунтових вод через n-років; 2 – початкове пониження рівня ґрунтових вод; 3 – суглинна лінза; 4 – піски; 5 – глини; 6 – фундамент комбінату

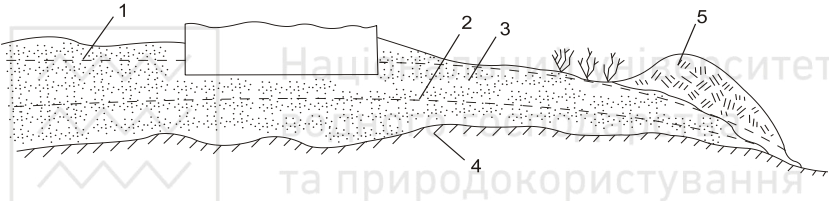


Рис. 4.4. Підтоплення території промислового майданчика внаслідок погіршення умов відтоку ґрунтових вод:

- 1 – підпертий рівень ґрунтових вод; 2 – початкове положення рівня ґрунтових вод; 3 – піски; 4 – глини; 5 – фундамент промислового об'єкту; 6 – відвали промислових відходів

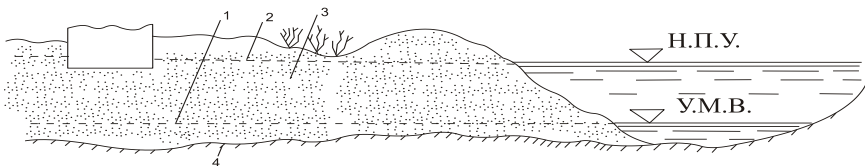


Рис. 4.5. Підтоплення території населеного пункту після будівництва водосховища на річці:

- 1 – початкове положення рівня ґрунтових вод; 2 – рівень ґрунтових вод після будівництва водосховища; 3 – піски; 4 – водотрив; 5 – фундамент

У лісостеповій зоні України на орних зрошуваних і богарних землях, у вегетаційний період при глибині ґрунтових вод до 1,5 м і



більше не відбувається засолення ґрунтів активного шару і не спостерігається зниження врожайності сільгоспкультур.

У степовій зоні віднесення орних земель до підтоплених визначається гранично допустимою або «критичною» глибиною, при якій не відбувається засолення ґрунтів верхнього метрового шару. В усіх випадках мінімальне положення рівнів ґрунтових вод на орних землях півдня України повинно бути не менше ніж 1,5 м для легких і не менше ніж 3,5 м – для важких ґрунтів.

На забудованих територіях у містах, селищах міського типу, сільських населених пунктах **«критична»** глибина ґрунтових вод, що може стати причиною їх підтоплення, встановлена за нормами інженерного захисту складає 2 метри від поверхні землі, а на територіях промислових зон, комплексів, окремих промислових і комунальних підприємств від 5 до 15 метрів.

До складу підтоплених не належать території, відведенні під заповідники і землі спецпризначення, а також землі природно заболочені і перезволожені з постійно високим рівнем ґрунтових вод.

До негативних наслідків підтоплення території можна віднести:

- затоплення та руйнування фундаментів будівель і споруд;
- руйнування мереж водопостачання та водовідведення;
- засолення земель;
- розвиток заболочування, і як наслідок, вилучення зі сівозміни сільськогосподарських угідь;
- затоплення низин;
- зсув денної поверхні землі (зона гірничо та вугледобувних підприємств);
- послаблення несучих властивостей ґрунтів;
- зменшення лісового фонду;
- змив родючого шару ґрунту;
- забруднення ґрунтових вод;
- вимивання частинок та осідання ґрунтів.

Від природного та техногенного підтоплення земель, загальна площа яких сягає в Україні майже 70 тис. км², страждає населення понад 2000 міст, селищ міського типу та сільських населених пунктів. Ці території становлять 12% загальної площі держави, а

щорічні економічні збитки від їх підтоплення оцінюються у 2,2 млрд. гривень.

На цей час в Україні впливом підтоплення охоплено до 16 мільйонів населення, а вартість втрат від підтоплення 1 га міської території може складати 15–20 тис. грн, 1 га сільськогосподарських угідь – 3–5 тис. грн.

Інженерні заходи захисту території і населених пунктів від підтоплення. Заходи зі зниження рівня ґрунтових вод і осушення заболочених ділянок повинні забезпечити нормальні умови для будівництва, експлуатації будівель і споруд, росту зелених насаджень тощо.

Підтоплення селітебних земель часто можливо ліквідувати без складних і дорогих засобів інженерного захисту, необхідно ліквідувати безпосередні причини, що викликають катастрофічне підвищення рівня підземних вод. Можливе застосування таких засобів загального благоустрою, як вертикальне планування з асфальтуванням проїжджих частин і вулиць, відвід стоку зливових і талих вод; належна організація міських звалищ і відвалів будівельного та промислового виробництва; приведення в порядок каналізаційних і водопровідних мереж та особливо правильна експлуатація водопровідних колонок; підвищення відміток території наливом або підсіпкою.

Організація поверхневого стоку (зливові і талі води) є найважливішим заходом боротьби з підтопленням і затопленням території. Захист території від поверхневого стоку після вертикального планування може бути виконано: а) нагрітими каналами; б) відкритою і закритою водостічною мережею; в) спільним виконанням першого і другого заходу.

Вертикальне планування полягає у влаштуванні виїмок і насипів для придання місцевості певних ухилів.

Нагрітими каналами називають канали, які прокладають вздовж верхньої границі території, що захищається для перехоплення поверхневих вод, які рухаються з нагріної сторони.

Водостоки влаштовують в населених пунктах для відводу поверхневих зливових і талих вод. Водостоки можуть бути внутрішніми для відводу атмосферних опадів з дахів великих споруд і зовнішніми, що призначені для відводу атмосферних опадів з території населених пунктів і промислових підприємств.



Ліквідацію втрат води з водопровідної і каналізаційної мережі можна забезпечити: а) влаштуванням надійного з'єднання труб; б) влаштуванням бетонних упорів на поворотах; в) розташування водопровідних труб нижче рівня ґрунтових вод; г) влаштування асфальтних площадок навколо водопровідних колонок тощо.

Підвищення поверхні території економічно виправдане при достатній кількості піщаних ґрунтів і можливості виконати це підвищення наливним способом. Ряд промислових площадок в заплаві р. Дніпро намили на висоту 3 – 5 м і тим самим ліквідували небезпеку підтоплення території і будівель.

Заходи зі зниження рівня ґрунтових вод вибирають в залежності від геологічної будови ділянки, характеристики водоносного пласта (водопроникності та водовіддачі), умов живлення і стоку ґрунтових вод, а також призначення території і типів підземних споруд, що захищаються.

Якщо вказаними вище заходами неможливо захистити територію від підтоплення, то застосовують дренаж. При цьому необхідно забезпечити норми осушення.

Дренажі призначені для поліпшення загально санітарних, агротехнічних і будівельних умов міських територій, які характеризуються несприятливим (підвищеним) рівнем підземних вод, або для захисту від підтоплення підземних споруд і комунікацій, розташованих на цих територіях.

Основні вимоги до міських дренажів полягають в тому, щоб знижений (в результаті їх дії) рівень підземних вод розташовувався не вище певної глибини від поверхні землі (норми осушення).

Міські дренажі класифікуються за конструктивними особливостями, ступенем гідродинамічної недосконалості, схематизації розташування в плані.

За конструктивними особливостями міські дренажі поділяють на горизонтальні, вертикальні, комбіновані.

За ступенем гідродинамічної недосконалості розрізняють дренажі **досконалого** і **недосконалого** типів в залежності від схем розташування дренажу. В плані по відношенню до території, що захищається та джерела надходження до них дренажних вод можна виділити наступні системи міських дренажів: **однолінійну** (головна або берегова дрена), **дволінійну** (часто комбінована дія головної чи



берегової дрени), **кільцеву** (контурну) і **площинну** (систематичний дренаж).

4.1.2. Захист територій і населених пунктів від паводків

Причини виникнення паводків. Танення снігів під час відлиг та інтенсивні опади призводять до утворення великого поверхневого стоку і підйому рівнів води в річках – **паводків**. Вони можуть багаторазово повторюватись протягом року. Весняний паводок ще називають **водопіллям**. Під час паводків, як правило, відбувається вихід води з берегів річок та інших водотоків на заплаву, що призводить до тимчасового затоплення замкнутих понижень, днищ балок, низинних територій з розташованими на них населеними пунктами та сільськогосподарськими угіддями. В деяких випадках паводки призводять до значних руйнувань і носять катастрофічний характер. Такими були паводки 1998 і 2001 рр. у Закарпатті.

Паводки можуть бути викликані такими природними факторами:

1. Велика кількість атмосферних опадів на території.
2. Відсутність рослинності на водозбірній площі, особливо на схилах.
3. Водонепроникні або промерзлі ґрунти на схилах, їх велика крутизна.
4. Великі похили гірських річок і малі похили рівнинних річок.
5. Ерозійні процеси на території та замулення річок.
6. Періодичність у змінах клімату, коли на зміну сухим приходять вологі роки.

На формування та проходження паводків негативно впливає господарська діяльність на водозбірних площах і в руслах річок:

1. Будівництво в руслах річок різних об'єктів, що зменшують їх водопропускну здатність.
2. Надмірна вирубка лісів у басейні річок.
3. Оранка крутих схилів і знищення деревно-чагарникової рослинності в заплавах і на берегах річок.

В Україні найбільш паводконебезпечною територією є Карпати та прилеглі до них передгірські райони, Полісся, придунайські та придністровські землі.



Для захисту території від затоплення під час проходження паводків найбільш надійними є інженерні методи захисту:

1. Обвалування територій з боку річки, водосховища або іншого водного об'єкта.

2. Регулювання русел річок.

3. Регулювання стоку річок.

В залежності від причин, що призводять до виникнення паводків, інженерні методи захисту можуть бути доповнені організаційними та агролісомеліоративними протипаводковими заходами.

Обвалування територій. Для захисту території від припливу поверхневих вод з боку річки застосовують їх обвалування за допомогою дамб.

Дамби – це споруди вздовж річок, водосховищ і узбережжя морів у вигляді штучних валів з місцевого ґрунту, що перешкоджають надходженню на прилеглу територію води при підйомі її рівня.

Обвалування затоплюваних територій може бути загальним і по ділянках. **Загальне обвалування** доцільно застосовувати у разі відсутності на території, що захищається, водотоків, або коли їх стік може бути перекинутий у водосховище або в ріку по відвідному каналу, трубопроводу або насосною станцією.

Обвалування окремих ділянками застосовується для захисту територій, що перетинаються великими річками, перекидання стоку яких є економічно недоцільним, або для захисту окремих ділянок території з різною щільністю будівництва.

Обвалування територій також може бути замкнене і незамкнене. **Замкнені дамби** влаштовуються на заплавах річок з малими похилами. Вздовж берега річки проектують поздовжню дамбу, а перпендикулярно їй з двох боків поперечні дамби до корінного берега заплави. В замкнених дамбах місцевий стік від атмосферних опадів і води, що фільтрується через тіло дамби під час паводків, затримується в низинній частині обвалованої площі. Для відведення такої води вздовж дамби проектується скидний канал, а в тілі дамби влаштовують трубчасті водовипуски. Відведення поверхневого стоку також може здійснюватись за допомогою насосної станції.

Незамкнені дамби влаштовуються на річках з великими похилами і широкою заплавою. Дамби проектують вздовж берега річки і перпендикулярно їй тільки з верхової сторони до корінного



берега. В цьому випадку буде вільний стік поверхневих вод з обвалованої площі.

Для зменшення площ затоплення у випадку прориву поздовжньої дамби перпендикулярно їй до корінного берега можуть бути влаштовані поперечні дамби – *траверси*. Їх доводять до відміток місцевості, що не затоплюються і обладнують водоскидними пристроями.

За умовами роботи і призначенням дамби обвалування можуть бути затоплюваними і незатоплюваними. *Незатоплювані дамби* влаштовують для постійного захисту від затоплення населених пунктів, промислових об'єктів, цінних сільськогосподарських угідь, історичних пам'яток, які прилягають до водосховищ, річок та інших водних об'єктів. Дамби не допускають переливання води через гребінь протягом усього року при нормальних і надзвичайних умовах експлуатації. Їх висота має перевищувати максимальні рівні води під час паводків розрахункової забезпеченості.

На рівнинних річках України максимальні рівні спостерігаються під час водопілля. На гірських річках паводки формуються в будь-який період і можуть бути зливого, снігового або змішаного (сніго-дощового) походження. У теплий період року (травень – жовтень) випадає близько 65% загальної кількості паводків і 35% – у холодний період (листопад – квітень). Однак, за величиною максимальної витрати і відповідно рівня води паводки холодного періоду перевищують, як правило, паводки теплого.

Затоплювані дамби влаштовуються для тимчасового захисту сільськогосподарських угідь у період вирощування на них сільськогосподарських культур. Тому не допускається переливання води через гребінь в період проходження в річці літньо-осінніх паводків, а також у період підтримання у водосховищі нормального підпертого рівня.

Перелив води через гребінь дамби і затоплення території допускається в період весняної повені, форсованого рівня води у водосховищі. На обвалованій території не повинно бути населених пунктів, промислових об'єктів, багаторічних насаджень і озимих культур. Повеневі води приносять на заплаву мул та інші поживні речовини. Під час тимчасового затоплення також утворюється значний запас вологі у ґрунті. Тому територію рекомендується



використовувати під луки і пасовища, що витримують тривале весняне затоплення, посіви ярових культур.

Для захисту гребеня і укосів затоплюваних дамб від розмиву їх закріплюють посівом багаторічних трав. У тілі дамби влаштовуються водовипуски для випуску води із затопленої території, а на самій території мережа відкритих осушувальних каналів. Вздовж дамб проектується береговий відкритий або закритий дренаж для перехоплення фільтраційної води з ріки, а також поверхневого стоку з території.

Дамби на плані трасують паралельно руслу ріки, але вони не повинні мати надмірну звивистість. Їх проектують прямолінійними з плавним закругленням на поворотах. Мінімальна відстань від низу укосу дамби до водотоку або будь якої виїмки становить:

$$\text{- на мінеральних ґрунтах: } L \geq H_B + 2H_g, \text{ м} \quad (4.1)$$

$$\text{- на торф'яних ґрунтах: } L \geq 3H_B + 4H_g, \text{ м} \quad (4.2)$$

де H_B – глибина виїмки (водотоку), м; H_g – висота дамби, м.

Дамби проектують на підвищених ділянках заплави. Вони повинні уникати місцевих понижень, ділянок з несприятливими інженерно-геологічними умовами і нестійкими ґрунтами (мул, сапропель, глибокі торфовища). В населених пунктах напрямок траси дамб залежить також від забудови території та сформованої інженерно-транспортної інфраструктури. На ділянках, де відсутнє місце для будівництва дамб, влаштовують підпірні стінки, набережні, підвищення території.

Дамби проєктуються вздовж одного або двох берегів річки. Необхідна кількість рядів дамб приймається в залежності від використання території та рельєфу заплави. В залежності від умов використання території на одному березі можуть бути влаштовані затоплювані дамби, на іншому – незатоплювані. Більш надійний захист території забезпечується при дворядній системі дамб на кожному березі. Перший ряд затоплюваних дамб захищає територію, що використовується під луки, пасовища, ярові культури. Другий ряд незатоплюваних дамб проектують через 1...3 км. Він захищає сільськогосподарські угіддя з озимими культурами, населені пункти, дороги, залізниці тощо.

Конструкція дамб приймається в залежності від інженерно-геологічних умов в основі дамби, їх висоти і напору води,



технології виконання робіт. Для дамб обвалування рекомендується трапецевидна форма поперечного перерізу. Профіль дамби (обтиснутий або розпластаний) вибирається з урахуванням наявності місцевих будівельних матеріалів, технології виконання робіт, умов вітрового хвилювання на верховому укосі і виходу фільтраційного потоку на низовому. Виходячи з наведених умов, найбільш раціональним в більшості випадків вважається обтиснутий профіль дамби (рис. 4.6).

Розміри захисних дамб визначаються на основі відповідних розрахунків.

Опорна призма є опорою для матеріалу кріплення верхового укосу і захищає основу дамби від розмиву. Верх призми проектують на 0,5 м вище меженого рівня води забезпеченістю 50%. Для визначення ширини призми розраховують глибину воронки розмиву в основі дамби, що утворюється при максимальних витратах в річці. Призма повинна бути такої ширини, щоб матеріал призми після зсуву у воронку продовжував підтримувати кріплення укосу і захищав підводний укіс воронки від подальшого руйнування. В якості матеріалу призми використовують кам'яний накид з негабаритного каменю, габіони.

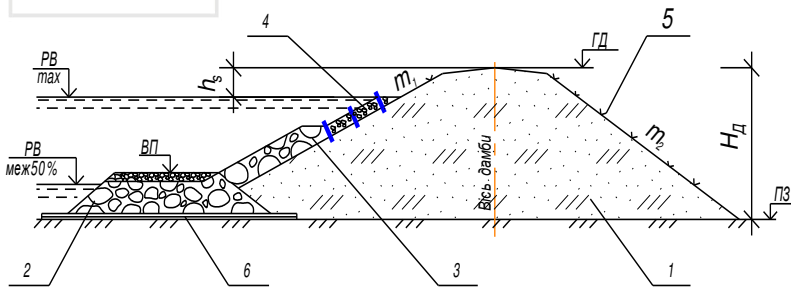


Рис. 4.6. Поперечний переріз дамби:

1 – тіло дамби; 2 – опорна призма з негабаритного каменю; 3 – основне кріплення у вигляді кам'яного накиду; 4 – облегшене кріплення у вигляді кам'яного накиду в плотових клітках; 5 – посів багаторічних трав; 6 – хмизова вистилка

Габіони – це об'ємні конструкції з металеві сітки різної форми, заповнені каменем.



Кріплення верхового укосу захищає укiс i тiло ґрунтової дамби вiд розмиву потоком води, атмосферними опадами, хвилями i льодом. Подiляється на основне i полегшене.

Основне крiплення захищає укiс у зонi найбільш iнтенсивної механiчної дiї потоку води. Верх основного крiплення буде на глибинi, де швидкiсть руху води дорiвнює нерозмиваючiй швидкостi для ґрунту, з якого складається дамба.

Полегшене крiплення проектують вище основного в зонi послаблених механiчних впливiв дiючих факторiв. Верх полегшеного крiплення вiдповiдає розрахунковому максимальному рiвню води.

Для захисту верхового укосу вище полегшеного крiплення, гребеня i низового укосу дамби вiд атмосферних опадiв i вiтрової ерозiї iх крiплять посiвом багаторiчних трав.

Дренаж в основi низового укосу у виглядi труб, кам'яної призми, привантаження тощо призначений для вiдведення води, що фiльтрує через тiло дамби. Вiн необхідний при тривалому знаходженнi високого рiвня води у верхньому б'єфi дамби. При проходженнi пiку паводку в рiчцi протягом короткого перiоду часу (1...3 доби) вiдбувається неусталений рух фiльтрацiйних вод в тiлi дамби, а депресiйна крива, як правило, не формується. Тому за певного обґрунтування захиснi дамби проектуються без дренажу.

Регулювання русел рiчок. Для захисту вiд паводкiв у деяких випадках не обов'язково проводити обвалування територiй. Iнколи для зниження рiвня води достатньо поглибити русло рiки, збiльшити її похил i тим самим прискорити пропуск паводкових вод, тобто провести регулювання її русла. Регулювання русел рiчок включає наступнi заходи:

1. Випрямлення рiчок.
2. Поглиблення i розширення русла.
3. Оснащення русла регулюючими спорудами.
4. Берегоукрiплення.

Випрямлення рiчок. Пiд дiєю потоку води русло рiки постiйно деформується. Ерозiя русла може бути як бокова, так i глибинна. На нестiйких ґрунтах бокова ерозiя призводить до змiни положення русла на планi, утворенню безперервного ряду звивин, що перериваються короткими прямолiнiйними дiлянками.



Внаслідок надмірної звивистості збільшується довжина русла ріки, відповідно зменшується її похил і швидкість руху води. Русло не здатне пропустити паводкову витрату в бровках, відбувається вихід води на заплаву.

Тому при вираженій звивистості (коефіцієнт звивистості 1,5...2,0 і більше) проводять випрямлення русла на окремих ділянках шляхом прокладання коротких прокопів, спрямлення, створення нового русла (рис. 4.7).

Прокоп та нове русло повинні мати стійке до розмивання з'єднання з існуючим руслом, бути прямолінійним або мати невелику плавномінуючу кривизну в плані, стійки ґрунти в основі, проходити в межах заплави.

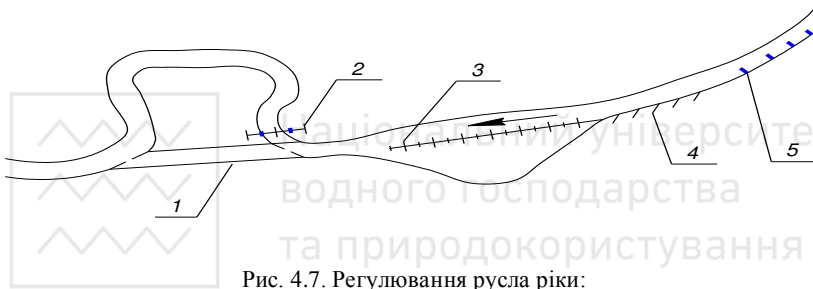


Рис. 4.7. Регулювання русла ріки:

- 1 – прокоп; 2 – перемичка; 3 – поздовжня дамба;
4 – берегоукріплення; 5 – напівзагати

На великих річках проводиться, як правило, локальне випрямлення. На малих і середніх річках можуть застосовуватися вибіркоче спрямлення або створюється нове русло. При проектуванні виправної траси слід якомога більше використовувати існуюче основне русло, перекриваючи зайві протоки та випрямляючи круті завороти.

Поглиблення і розширення русла. Для створення безперешкодних умов проходження паводків русла річок доводять до гідравлічно найвигідніших поперечних і поздовжніх профілів шляхом розширення та поглиблення. Широкі русла лише поглиблюють, а береги залишають у природному стані. Вузькі ділянки русла розширюють.

Можливе одностороннє розширення берегів. При розширеннях зберігаються стабільні ділянки русла.



Оснащення русла регулювальними спорудами. Регулюючими називаються гідротехнічні споруди, що створюють опір підмиванню, відкладанню наносів, руйнівній дії води і льоду.

На річках, що змінюють своє русло, для захисту території від затоплення під час паводків рекомендовано застосовувати наступні регуляційні споруди в залежності від їх призначення:

Поздовжні дамби розміщуються за течією або під кутом до неї і які призначені для обмеження ширини водного потоку. Їх влаштовують на ділянках річки, де її ширина в два і більше рази перевищує середнє значення.

Струмененапрямні дамби розміщуються за течією і призначені для плавного надходження потоку до створів мосту, греблі, водоприймача або інших гідротехнічних споруд.

Перемички – ґрунтові дамби, що перекривають старе русло ріки і направляють потік води з природного русла в прокоп. Проектуються як затоплювальні дамби для регулювання меженого русла.

Загати перекривають русло від берега до берега і призначені для повного або часткового перепинення течії води по рукавах і протоках з метою підтримання необхідних глибин в основному руслі.

Напівзагати (буни, шпори) – розміщуються під прямим (або близьким до прямого) кутом до потоку води, перекривають лише його частину і застосовуються для стиснення русла, виправлення течії, захисту берега і дамби від розмивання.

Берегоукріплення. Береги річок, укоси ґрунтових дамб, яким загрожує небезпека руйнування потоком води, хвилями та льодом кріпляться, в першу чергу, для захисту від розмиву і в деяких випадках для регулювання течії вздовж берега.

Положення берегоукріплювальних споруд визначається конфігурацією берегової лінії при розрахунковому рівні води. Так як підмиваються більше увігнуті береги, то і укріплення проводять переважно біля цих берегів.

В основі кріплення влаштовується опорна призма. Укоси берега захищаються каменем, габіонами, фашинами, залізобетонними плитами. Верх кріплення відповідає максимальному рівню води під час паводку розрахункової забезпеченості (рис. 4.8).

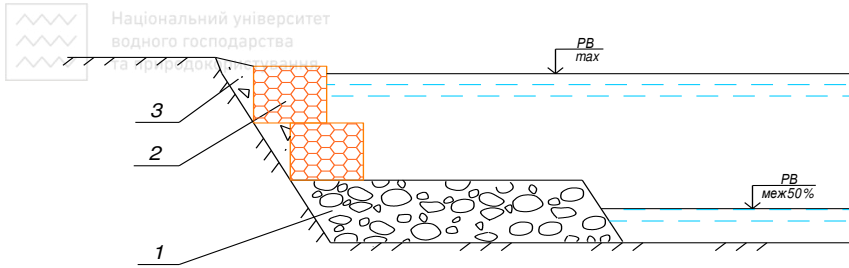


Рис. 4.8. Захист берега габіонами:
 1 – опорна призма з каменю; 2 – габіонні ящики (3×1×1 м);
 3 – зворотня засипка ґрунтом

Регулювання стоку річок – це перерозподіл у часі обсягів річкового стоку, зміни його режиму відповідно до потреб різних галузей народного господарства та захисті територій. Воно включає в себе наступні заходи: перекидання річкового стоку; створення водосховищ; створення протипаводкових ємностей; створення протипаводкових польдерів.

Перекидання частини стоку з басейну паводконебезпечної річки в басейн сусідньої річки, де не існує небезпеки затоплення, дозволяє суттєво зменшити максимальні паводкові витрати та рівні води і тим самим підвищити надійність роботи існуючих споруд.

Водосховище – це єдиний радикальний спосіб регулювання стоку річок. Майже кожне водосховище виконує протиповеневі функції. Однак, виходячи з економічних міркувань, водосховища також виконують завдання гідроенергетики, ірригації, водопостачання, судноплавства, рибогосподарства, рекреації.

Для досягнення найбільшого ефекту при регулюванні стоку під час паводків водосховища необхідно розміщувати у верхів'ї річок. На малих річках регулювання стоку здійснюється шляхом створення численних ставків, копаней та інших водойм на території днищ улоговин, балок та ярів. На середніх річках створюють водосховища.

Протипаводкова ємність призначена для регулювання паводків шляхом акумулювання паводкового стоку при постійно працюючому глибинному водоскиді. Будь-якого іншого використання ємності не передбачається. Їх розміщують в гірській місцевості у верхів'ях річок, де відбувається формування паводків. В цих місцях такі паводкоутворюючі фактори, як запаси снігу,



добова кількість опадів, попередня насиченість схилів, похили поверхні мають максимальні значення. Тому і ефект від створення ємностей буде також максимальним.

Використання протипаводкових ємностей для регулювання стоку дозволяє суттєво знизити максимальні паводкові витрати і рівні води в річках на ділянках нижче ємності. Це суттєво зменшить гідравлічне навантаження на діючий протипаводковий захист, зробить його більш надійним. Зниження витрат уповільнить також негативні процеси під час паводку: меандрування русел, розмив і обвалення берегів, полотен доріг, підмив основ захисних дамб і опор мостів, замулення наносами гідротехнічних споруд.

Протипаводковий польдер – це огорожена дамбами частина заплави, що заповнюється тільки при проходженні в річці максимальних витрат з метою зниження рівнів води в пік паводку. Заповнення польдерів починається при проходженні витрат 10% забезпеченості і менше, коли існує загроза затоплення населених пунктів, важливих об'єктів і територій.

У цей час паводкові води організовано запускаються до польдеру і утримуються в ньому до проходження паводку. Акумуляовану воду скидають з польдера до річки при зниженні рівнів води в ній. Таким чином, протипаводкові польдери зрізають частину піка високого паводка і знижують рівні води на ділянках, що знаходяться нижче.

Польдери розміщують у середній та нижній частинах річок на рівнинній місцевості або у природних пониженнях. Під територію польдеру обирають місцевість, що не використовується в сільськогосподарському виробництві, на якій відсутні будівлі, транспортна та інженерна мережа. Як правило, це заболочені території, старі русла річок та її протоки, природні пасовища.

Надійний захист населених пунктів і територій від затоплення під час паводків можливий тільки при комплексному застосуванні протипаводкових заходів.

4.1.3. Рекультивация та ренатуралізація земель. Лісотехнічні і ландшафтні меліорації

Рекультивация земель (від лат. ге – повторна, відновлююча, відтворююча дія, cultivo – обробляю) – це комплекс робіт,



спрямованих як на часткове перетворення природних територіальних комплексів, порушених промисловістю, так і на створення на їхньому місці ще більш продуктивних і раціонально організованих елементів культурних антропогенних ландшафтів, які б гармонійно доповнювали природні, тобто забезпечували оптимізацію технічних ландшафтів.

Об'єктами рекультивациї є землі, на яких порушені, зруйновані або цілком знищені компоненти природи: рослинний і ґрунтовий покрив, ґрунти, підземні води, місцева гідрографічна мережа (струмки, джерела, малі ріки, озера і т.д.), змінений рельєф місцевості. До порушених земель відносяться також забруднені землі, на яких у компонентах природи відбулося збільшення вмісту речовин, що викликає негативні токсично-екологічні наслідки.

Залежно від виду антропогенної діяльності порушені землі утворюються:

- при видобутку торфу, нерудних будівельних матеріалів та виробництві відкритих гірських робіт (кар'єрні виїмки, внутрішні і зовнішні відвали, фрезерні поля, кар'єри гідроторфу тощо);

- при виробництві підземних розробок (провали, прогини, шахтні відвали (терикони));

- при функціонуванні урбанізованих територій (золовідвали, шлаковідвали, шламонакопичувачі, смітники твердих побутових відходів тощо);

- при проведенні розвідницьких і дослідницьких робіт (ділянки земель з порушеним рослинним і ґрунтовим покривом, а також ділянки земель, забруднені нафтою, нафтопродуктами й іншими забруднювачами);

- при виконанні будівельних і експлуатаційних робіт (ділянки земель з порушеним рослинним і ґрунтовим покривом, території земель, що піддаються підтопленню, затопленню й ерозійним процесам, а також насипи, кавальєри, відвали, гідровідвали тощо);

- при технологічних процесах з одержання матеріалів, речовин, електричної енергії (землі, забруднені аерозолями і пиловими викидами, органічними і неорганічними речовинами, радіоактивними елементами);

- при сільськогосподарському виробництві (землі, забруднені пестицидами, стічними водами і добривами, а також засолені, еродовані і малопродуктивні землі);



під час військових дій, виробництві зброї, техногенних катастроф (землі, забруднені радіоактивними, отруйними, токсичними органічними і неорганічними речовинами, небезпечними бактеріологічними компонентами тощо).

Найбільш поширеними **напрямами рекультивації** порушених земель є: сільськогосподарський, лісгосподарський, водогосподарський, рекреаційний, санітарно-гігієнічний, будівельний.

Сільськогосподарський напрям рекультивації – для цієї мети використовують невисокі відвали розкривних порід, на яких без значних витрат можна провести технічну рекультивацію, що передбачала б нанесення на сплановану поверхню відвалів шару родючого ґрунту або потенційно родючих розкривних порід.

Лісгосподарський напрям проводиться з метою збільшення лісового фонду або в умовах складного технологічного рельєфу.

Водогосподарський напрям передбачає використання кар'єрних виїмок для різноманітних водоймищ (рибницьких, для плавальних басейнів, рекреаційних зон тощо).

Рекреаційний напрям доцільний поблизу населених пунктів у поєднанні з водогосподарським напрямом.

Санітарно-гігієнічні рекультивації необхідні в зонах поблизу населених пунктів і промислових підприємств у випадку необхідності біологічної або технічної консервації порушених земель, що негативно впливають на довкілля.

Будівельний напрям передбачає приведення порушених земель до стану, придатного для промислового й цивільного будівництва.

Ренатуралізація земель (від лат. re – повторна, відновлювальна, відтворююча дія, naturalis – природний, натуральний, дослівно “відновлення природи”) – система заходів, спрямованих на відтворення природного середовища з метою поліпшення умов життя і відпочинку, збереження біологічного й ландшафтного різноманіття, сприяння міграції, розмноженню чи поширенню певних видів рослин і тварин.

Об'єктами ренатуралізації (консервації) є:

- деградовані землі:

а) земельні ділянки, поверхня яких порушена внаслідок землетрусу, зсувів, карстоутворення, повеней, добування корисних копалин тощо;



б) земельні ділянки з еродованими, перезволоженими, з підвищеною кислотністю або засоленістю, забрудненими хімічними речовинами ґрунтами та тощо;

- малопродуктивні землі:

а) сільськогосподарські угіддя, ґрунти яких характеризуються негативними природними властивостями, низькою родючістю, а їх господарське використання за призначенням є економічно неефективним.

Основними видами ренатуралізації земель є їхнє залуження та залісення.

Лісотехнічні меліорації – це вид використання лісу з метою поліпшення природних умов сільськогосподарського виробництва і навколишнього середовища.

Основними лісомеліоративними насадженнями є такі: полезахисні, водорегулювальні, прибалкові смуги, а також лісосмуги на зрошуваних землях, смуги і насадження у садах, на пасовищах, пісках, навколо ставків і в заплавах річок, у горах, уздовж доріг, на відвалах гірських виробітків, озеленувально-декоративні насадження.

Полезахисні лісові смуги (вітрорегулювальні, стокорегулювальні, прибалкові, садозахисні) призначені для захисту полів від вітрової ерозії, сільськогосподарських культур від суховіїв, засух і запорошених буревіїв, регулювання снігорозподілення, поверхневого стоку. Снігозатримання сприяє значній економії водних ресурсів при зрошувальних меліораціях.

Яружно-балково-долинні лісові смуги призначені для перетворення в корисні угіддя схилів, кольматалії і регулювання грязьово-водних потоків, поглинання і регулювання стоку, запобігання утворенню донних розмивів і пошкодження гідротехнічних споруд, захисту водних джерел від замулювання берегів, від абразії і розмивів.

Піщано-пасовищні лісові смуги (піщанозахисні, захист пасовищ та тварин) призначені для запобігання розвіюванню і перенесенню піску, його закріплення, підвищення продуктивності пасовищ, захисту тварин від літньої спеки і осінньо-зимових негод.

Гірськомеліоративні лісові смуги призначені для регулювання поверхневого стоку, запобігання руйнуванню схилів, утворення



осипів, обвалів і селів, рекультивації відвалів гірських виробітків, введення землі в господарський обіг.

Озеленувальні лісові смуги призначені для поліпшення природного середовища, місць відпочинку, захисту селищ, польових станів, складів і сховищ від заносів, сильних вітрів, пожеж.

Придорожні лісові смуги призначені для запобігання занесення доріг і придорожніх ліній зв'язку піском і снігом, захисту їх від штормових вітрів, заїздів транспорту, прикрашення придорожніх смуг.

Лісонасадження на зрошуваних землях. Зрошуване землеробство може бути високоефективним тільки в разі здійснення комплексу меліоративних заходів, де важливу роль відіграє захисне лісорозведення.

Під захистом лісових смуг швидкість вітру і його турбулентний обмін зменшуються, вологість повітря підвищується (при суховіях вона в 2...3 рази вища), випаровування вологи зменшується на 20...25%. Зниження випаровуваності на полях, захищених лісосмугами, особливо важливе в умовах зрошеного землеробства, це дає змогу зменшити поливну норму на 10...15%.

Лісонасадження регулюють розподіл снігу на полях. На землях, де правильно створені системи лісових смуг, запаси води в снігу на міжсмужних полях у 1,2...1,4 рази більші ніж на відкритих.

Ландшафтні меліорації. На сьогодні в сільськогосподарських меліораціях починає формуватися новий перспективний напрям – **ландшафтні меліорації**.

Об'єктом ландшафтних меліорацій є **ландшафт** (від нім. land – земля, scaf – суфікс, що виражає взаємозв'язок, взаємозалежність) – генетично однорідна територіальна система, що складається із взаємозв'язаних природних й антропогенних комплексів. Кожен ландшафт як регіональне природне утворення має індивідуальний зовнішній вигляд і внутрішню структуру.

Під **природним ландшафтом** розуміють ландшафт, що складається з природних компонентів і формується під впливом природних процесів. **Антропогенний ландшафт** – це ландшафт, що складається з природних і антропогенних компонентів і формується під впливом діяльності людини і природних процесів. До природних компонентів відносять повітря, поверхневі і підземні води, гірські породи, ґрунти, рослинний і тваринний світ, а до



Контрольні питання:

1. Назвіть основні причини підтоплення територій.
2. Назвіть основні штучні причини підтоплення земель.
3. Назвіть негативні наслідки підтоплення територій.
4. Перерахуйте можливі заходи інженерного захисту земель від підтоплення.
5. Яке призначення систем міських дренажів? Їх класифікація? Наведіть схеми.
6. Назвіть причини виникнення паводків.
7. Назвіть види захисних дамб.
8. Назвіть основні параметри захисних дамб.
9. Вкажіть конструкцію захисної дамби, дайте схему.
10. Назвіть заходи з регулювання русел річок, дайте їх характеристику.
11. Назвіть заходи з регулювання стоку річок, дайте їх характеристику.
12. Назвіть основні інженерні протиповеневі заходи.
13. Що таке рекультивация та ренатуралізація земель.
14. Призначення лісотехнічних меліорацій.
15. Основні функції ландшафтних меліорацій.

4.2. Меліорація засолених земель

4.2.1. Причини засолення і заболочування зрошуваних земель.

Класифікація засолених ґрунтів

Засоленими називаються землі, що містять надлишкову кількість легкорозчинних (електролітних) солей, що пригнічують сільськогосподарські культури і призводять до зменшення врожаю і зниження його якості. Найшкідливіші водно-розчинні солі: Na_2CO_3 , Na_2SO_4 , NaCl . Засолення ґрунтів у природі зустрічається досить часто, в Україні воно поширене на площі понад 4млн. га.

Найістотніше джерело солей у ґрунті – солевмісні осадові породи. Підземні води, розчинюючи солі осадових порід,



збагачуються ними. За відповідних гідрогеологічних умов мінералізовані води по капілярах підіймаються до поверхневих шарів ґрунту, випаровуються, залишають солі. Утворення солей у ґрунті за рахунок засолених осадових порід називається **первинним засоленням**, а засолення за рахунок підйому мінералізованих ґрунтових вод – **вторинним**. Вторинне засолення і заболочування часто настають через неправильне зрошування, а саме **завищені поливні норми, низький ККД зрошувальних каналів, відсутність або незадовільна робота колекторно-дренажної мережі**, що сприяють підвищенню рівня мінералізованих ґрунтових вод.

Засолені землі поділяються на солончаки і солончакові ґрунти, солонці і солонцюваті ґрунти.

Солончаки – це засолені ґрунти, що містять максимум легкорозчинних солей у верхніх (0...30 см) горизонтах. Звичайно, вміст солей у таких ґрунтах перевищує 2% маси сухого ґрунту, досягаючи іноді 10% і більше. Класифікацію солончаків, і солончаківих ґрунтів за типом і ступенем засолення наведено у табл. 4.1. Тип засолення визначається складом аніонів і катіонів. У найменування типу засолення входять ті аніони, вміст яких перевищує 20% суми аніонів. Аніон, що переважає, у назві ставлять наприкінці. Солончаки і солончакові ґрунти піддаються розсоленню за допомогою промивання. **Солонцями** називаються ґрунти, у поглинальному комплексі яких міститься обмінний натрій. Ці ґрунти характеризуються несприятливими фізико-хімічними властивостями. Вони відзначаються високою щільністю, тріщинуватістю у сухому стані, а у разі зволоження сильно набухають, водопроникність їх зменшується, збільшується лужність, ґрунт стає в'язким і липким. Звичайне промивання не сприяє їх розсоленню. Залежно від вмісту натрію у ґрунтовому поглинальному комплексі розрізняють такі види солонців і солонцюватих ґрунтів: *слабкосолонцюваті* із вмістом натрію менше від 10% місткості поглинання; *середньо солонцюваті* – 10-20%, *сильносолонцюваті* – 20-30% і *солонці* – більше 30% усього поглинання. Після меліорації в ґрунтово-поглинальному комплексі вміст натрію має бути не більше від 2-5% усього поглинання.

За складом солей розрізняють содові і хлоридно-сульфатні солонці з переважанням сульфату натрію.



Найпоширеніші солонці у зонах каштанових і бурих ґрунтів, менше – у чорноземнах.

Аналізуючи процеси соленакопичення, слід враховувати глибину залягання і мінералізацію ґрунтових вод, а також початок фізіологічної токсичності солей.

Глибина рівня мінералізованих ґрунтових вод, за якої починається засолення ґрунту, називається **критичною**. В умовах зрошування:

$$H_{кр} = H_o + h_a , \quad (4.3)$$

де H_o – висота капілярного піднімання води, м; h_a – глибина активного /кореневого/ шару ґрунту, м.

Таблиця 4.1

Класифікація ґрунтів за ступенем засолення залежно від типу засолення (В.А.Ковда, В.В.Єгоров)

Ступінь засолення	Содовий	Хлоридний	Хлоридно-сульфатний	Сульфатний
	Вміст легкорозчинних солей, % сухої маси ґрунту			
Незасолені	<0,10	<0,15	<0,20	<0,30
Слабкозасолені	0,10...0,20	0,15...0,30	0,25...0,40	0,30...0,6
Середньозасолені	0,20...0,30	0,30...0,50	0,40...0,70	0,60...1,00
Сильнозасолені	0,30...0,50	0,50...0,80	0,70...1,20	1,00...2,00
Солончаки	>0,50	>0,80	>1,20	>2,00

Критична глибина коливається від 1,5 м для легких ґрунтів до 3,5 м для ґрунтів важкого гранулометричного складу.

Чутливість до солей різних рослин неоднакова. Найменш солестійкі: овес, горох, кукурудза, картопля, огірки, люцерна тощо. Врожайність цих культур різко зменшується у разі засолення ґрунту у межах 0,1–0,3%. Більш солестійкі: ячмінь, озиме жито, ярова пшениця, соняшники, томати, бавовник і ін. Вони витримують засолення до 0,4...0,6%. Найбільш солестійкі м'яка пшениця, цукровий буряк, буркун, суданська трава. Вони витримують засолення до %. Найбільш токсичні для рослин у ґрунтах карбонати, далі хлориди і сульфати. Суміші солей завжди менш токсичні, ніж чисті розчини.



4.2.2. Методи меліорації засолених земель

Щоб поліпшити засолені землі, використовують різні методи меліорації, головні з яких – будівельні, фізичні, біологічні, хімічні, експлуатаційні та гідротехнічні.

До **будівельних методів** належать: боротьба з втратами води на фільтрацію і автоматизація водорозподілу; застосування техніки поливу, що виключає живлення ґрунтових вод; недопущення затоплення зрошуваних земель паводковими водами.

До **фізичних методів** відносять глибоку оранку і розпушування, а також щільовання. Ці способи обробки ґрунту дають змогу збільшити водо- і повітропроникність ґрунтів. Глибоку оранку на глибину 40...60 см застосовують на шаруватих ґрунтах, де чергуються слабко- і сильнопроникні шари, а також у місцях, де на незначній глибині від поверхні солонцюватих ґрунтів залягають гіпсовмісні горизонти. Глибока оранка сприяє подрібненню і захованню солонцюватого горизонту, одночасно збагачуючи його кальцієм.

Глибоке розпушування здійснюється на глибину 60...90 см і полягає у створенні за допомогою розпушувачів відкритих щілин, що сприяють збільшенню водопроникності ґрунту.

Щоб збільшити водопроникність поверхневого шару засолених ґрунтів важкого гранулометричного складу, застосовують піскування. Якщо до ґрунту додавати пісок, істотно змінюється його гранулометричний склад поліпшуються умови вилугування солей. Звичайно піскування (200...500 т піску на 1 га) поєднується з глибокими оранкою і розпушуванням.

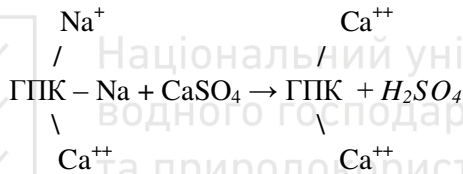
До **біологічних методів** належать вирощування сільськогосподарських культур як меліорантів у процесі освоєння засолених ґрунтів, а також внесення органічних добрив. *Культура-меліорант* має характеризуватися здатністю мобілізувати поживні речовини і залучати мінеральні елементи у біологічний кругообіг. Цій умові найбільше задовольняють люцерна і буркун. Своєю потужною кореневою системою вони збагачують ґрунт азотом, перехоплюють капілярну воду з глибоких шарів і таким чином сприяють зниженню рівня ґрунтових вод.



Якщо вносити органічні добрива у ґрунт, поліпшується його, водопроникність, посилюється утворення вуглекислоти, що сприятливо впливає на ґрунти, особливо солонцюваті.

Основа **хімічних методів** меліорації – нейтралізація вільної соди і заміна поглиненого натрію іонами кальцію в солонцюватих ґрунтах. Як хімічні меліоранти найчастіше використовують гіпс ($CaSO_4$), вапно ($CaCO_3$) і кислотні сірковмісні речовини – сірчану кислоту (H_2SO_4), сірку (S), сульфат заліза ($FeSO_4$). Ці речовини реагують з ґрунтовими карбонатами і утворюють гіпс – джерело розчинного кальцію.

Найчастіше для меліорації солонцюватих ґрунтів використовують гіпс. Теоретичне обґрунтування гіпсування дав К.К. Гедройц згідно з такою схемою витіснення поглиненого натрію ґрунту кальцієм гіпсу:



У результаті проходження такої реакції нейтралізується лужність ґрунту, послаблюються негативні фізичні і структурно-механічні властивості солонців.

До **експлуатаційних заходів** відносять: обов'язкове виконання плану водокористування системи у разі цілодобового поливу; нормування водоподачі; дотримання режимів зрошування сільськогосподарських культур; підвищення ККД зрошувальної системи.

4.2.3. Промивання засоленних ґрунтів

Промивання сприяє розсоленню кореневого шару ґрунту. Ефективність промивання залежить від водно-фізичних властивостей ґрунту, ступеня його засолення і глибини залягання ґрунтових вод; здійснюють його подачею на засолені землі певного об'єму води (промивної норми), яка розчиняє солі і витісняє їх у вигляді розчину у ґрунтові води, що перехоплюються і відводяться дренажною мережею.



Промивна норма – це кількість води, необхідної для видалення надлишкових солей з розрахункового шару ґрунту на площі 1 га.

Щоб визначити промивну норму в умовах територій, що дрениються, найчастіше користуються формулою В.Р. Волобуєва:

$$B = 10000 \cdot \alpha \cdot \ell g \frac{S_{поч}}{S_{\delta}}, \quad (4.4)$$

де α – показник солевіддачі ґрунту (0,62...3,3); $S_{поч}$, S_{δ} – початковий і допустимий вміст солей у шарі ґрунту, що промивається, %.

Промивна норма коливається у широких межах (1500...12000 м³/га і більше). Вона містить дві величини: кількість води, необхідної для насичення розрахункового шару ґрунту до гранично-польового вологовмісту, і кількість води, необхідної для вимивання розчинених надлишкових солей.

Промивання ґрунту, звичайно, виконують восени, коли ґрунтові води глибоко, а випаровування незначне. Перед промиванням поле має бути сплановане, виоране та забороноване, тоді просочування води відбуватиметься рівномірно.

Для промивання поле поділяють на ділянки-чеки площею 0,25...2,0 га. Кращий спосіб промивання – затоплювання спланованих чеків, площа яких залежить від похилу поверхні поля. Висота валиків чеків – 0,4...0,6 м, шар затоплювання – 0,1...0,2 м.

Якщо промивна норма більша за 800 м³/га, важко закінчити промивання в один сезон, тому його виконують протягом двох, а за дуже великих норм – протягом трьох років.

Якщо розрахункова норма досягає 15000 м³/га, то в умовах заплавних і дельтових територій вона може поєднуватися з вирощуванням рису із затопленням.

Цей прийом дуже ефективний на засолених ґрунтах з переважанням сульфатів, що добре розчиняються у теплу пору року. Такий досвід освоєння земель нагромаджено в Україні (дельта Дунаю).

4.2.4. Типи дренажів на зрошуваних землях

Найбільший ефект при освоєнні засолених земель досягається у тому разі, коли розглянуті меліоративні заходи здійснюються на фоні дренажу.



Дренаж на зрошуваних землях – це комплекс гідротехнічних споруд (дрен, колекторів, насосних станцій), необхідних для збирання і відведення ґрунтових вод.

Призначення дренажу – створення умов для пониження рівня ґрунтових вод, стійкого опріснювання засолених земель проведенням промивання і підтримання водно-сольового режиму ґрунтів, що виключає реставрацію засолення в період експлуатації зрошувальних мереж.

Дренажні та зрошувальні системи слід розглядати як єдиний комплекс, спрямований на докорінне поліпшення і збереження оптимального водно-сольового режиму, необхідного для сільськогосподарських культур, для отримання високих врожаїв.

Типи дренажу. У разі меліорації засолених земель на зрошувальних системах застосовують горизонтальний, вертикальний і комбінований дренажі.

Горизонтальний дренаж може бути відкритим і закритим (рис. 4.9).

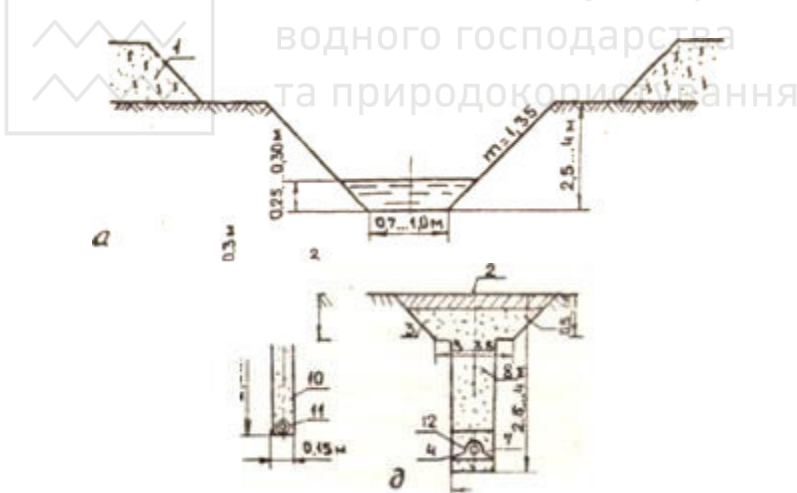


Рис. 4.9. Поперечний переріз дренажів

а – відкритий; б – закритий; в – закритий з піщано-гравійним фільтром; г – безтраншейний пластмасовий; д – закритий з мінерально-волокнистим фільтром; 1 – кавальєр; 2 – відсипання рослинного шару ґрунту; 3 – зворотне засипання механізмами; 4 – дренажна труба діаметром 100...200 мм; 5 – піщано-гравійний фільтр; 6 – крива депресії в період закладання дрени; 7 – зворотне засипання вручну; 8 – траншея; 9 – корито; 10 – щілина;



Відкритий дренаж складається з глибоких каналів, що проходять у виїмках, а закритий – з труб, прокладених на певній глибині, які приймають ґрунтові води і транспортують їх за допомогою колекторів до водоприймачів.

Залежно від призначення і розміщення дрен на зрошуваній території дренаж буває систематичним, вибірковим, ловильним і береговим. **Систематичний дренаж** – це система відкритих або закритих горизонтальних дрен, розміщених рівномірно на зрошуваній площі; **вибірковий дренаж** – система дрен, призначених для дренування окремих, в основному понижених, зрошуваних ділянок, **ловильний** (головний) дренаж перехоплює і відводить поверхневий і ґрунтовий потоки, що надходять на зрошувану територію; **береговий** дренаж призначено для перехоплення підземного потоку з боку ріки або водоймища з метою попередження підтоплення зрошуваної території.

Комбінований дренаж – поєднання горизонтальних дрен з вертикальними розвантажувальними свердловинами. Влаштовується в тому випадку, коли верхній слабкопроникний шар потужністю до 15 м підстиляється і підживлюється водоносним напірним горизонтом потужністю 10...15 м з хорошою проникністю.

Горизонтальні дрени забезпечують пониження рівня ґрунтових вод і відводять за межі дренавної території води зі свердловин-підсилювачів.

Наявність свердловин-підсилювачів збільшує відстань між горизонтальними дренами у кілька разів, інтенсивна дія свердловин-підсилювачів дає змогу обирати оптимальну відстань між горизонтальними дренами (250...350 м).

4.2.5 Проектування дренажу

Основний тип систематичного дренажу на зрошувальних системах – закритий горизонтальний дренаж, що складається з трубчастих дрен, внутрішньогосподарських і міжгосподарських колекторів різних порядків, ловильних та берегових дрен і споруд на мережі.



Колекторно-дренажну систему в плані розміщують з урахуванням рельєфу, ґрунтово-меліоративних умов та організації території, розташування зрошувальної мережі. Дрени проектують у напрямі гідроізогіпс, а колектори – поперек дрен за ухилом місцевості.

Глибина закладання дрен і відстань між ними залежать від гранулометричного складу ґрунтів, рельєфу місцевості, гідрогеологічних умов і ступеня засолення ґрунту. Для дренажу в однорідному проникному шарі (рис. 4.10) глибина закладання дрен:

$$H_{др} = H_{кр} + h_{зал} + h_n, \quad (4.5)$$

де $H_{кр}$ – критична глибина ґрунтових вод; $h_{зал}$ – залишковий напір, м; h_n – глибина наповнення дрени, м.

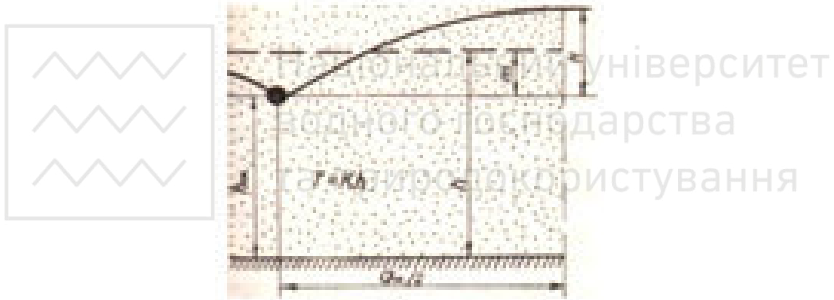


Рис. 4.10. Розрахункова схема дренажу в однорідному ґрунті у разі кінцевого залягання водоупору:

Розрахувати відстань між дренами в однорідних ґрунтах можна за формулою С.Ф. Авер'янова:

$$B = 2A \sqrt{\frac{2K_\phi \cdot H \cdot T}{q} \left(1 + \frac{H}{2T}\right) \cdot \alpha}, \quad (4.6)$$

де K_ϕ – коефіцієнт фільтрації, м/добу; H – залишковий напір над дренаю, м; T – відстань від горизонту води в дрени до водоупору, м;



q – інтенсивність інфільтрації, м/добу; α – коефіцієнт висячості дрени.

Відстань між дренами можна визначати за формулою В. М. Шестакова – О.Я. Олійника:

$$B = 4 \sqrt{L_{\text{нд}}^2 + \frac{T \cdot H_o}{2q}} - L_{\text{нд}}, \quad (4.7)$$

де $L_{\text{нд}}$ – фільтраційний опір дрени, м; T – сумарна провідність водоносного пласту, м²/добу; H_o – розрахункова величина інфільтраційного пагорбу, м; q – інтенсивність інфільтрації, м/добу.

Звичайно глибина закладання дрен лежить у межах 3...4 м, відстань між ними 200...500 м, а ухил – 0,001...0,002.

Закриті дрени влаштовують з гончарних, керамічних, азбестоцементних, бетонних, залізобетонних, полімерних труб різних діаметрів, вода в які надходить через зазори у стиках або через перфорацію. Як дренажні фільтри застосовують щебінку, гравій, піщано-гравійні суміші, базальтове волокно, склополотно, технічну марлю, склосітку, мати зі скловати.

Розрахункові витрати води та діаметри дрен визначають гідравлічними розрахунками, на основі чого будують поздовжні профілі дрен і колекторів.

Щоб дренажно-колекторна мережа нормально працювала, її оснащують гідротехнічними спорудами (оглядові колодязі, труби-переїзди, мости, споруди у гирлі). Закритий дренаж залежно від рівня ґрунтових вод будують механізованим або напівмеханізованим способом.

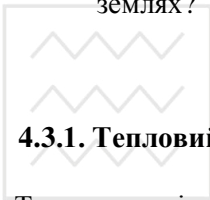
Вертикальний дренаж проектують у тому разі, коли під верхньою товщою ґрунтів, що характеризуються невеликим коефіцієнтом фільтрації, залягають породи з великою водопроникністю.

Вертикальний дренаж призначено для відкачування і відведення підземних вод буровими свердловинами-колодязями діаметром 30...70 см і глибиною 20...150 м, закріплених обсадними трубами. Крім свердловин-колодязів до складу системи вертикального дренажу входять енергетичне господарство, засоби автоматики, телемеханіки і зв'язку, водоприймальні споруди, водовідвідна мережа і дороги.



Контрольні питання:

1. Які землі називаються засоленими ?
2. Перерахуйте найбільш токсичні для рослин солі в ґрунті, надлишкова кількість яких може призвести до їх загибелі.
3. Первинне і вторинне засолення земель та причини їх виникнення.
4. Що таке солончаки і солончакові ґрунти?
5. Що таке солонці і солонцюваті ґрунти?
6. Критична глибина залягання мінералізованих ґрунтових вод та її визначення.
7. Методи меліорації засолених земель.
8. Види дренажу для меліорації засолених земель.
9. У чому полягають розрахунки дренажу на зрошуваних землях?



4.3. Теплові меліорації

4.3.1. Тепловий фактор у житті рослин. Теплові меліорації

Теплова меліорація є складовою частиною загальної проблеми меліорації земельних угідь, що передбачає покращення фізичних умов росту і розвитку рослин.

Низькі чи високі температури як ґрунту, так і повітря, погіршують чи зовсім призупиняють ріст рослин.

Для кожного виду рослин існує не тільки власна «критична» температура, а й діапазони так званих «оптимальних» температур, за яких вони найкраще ростуть і розвиваються.

Ці температурні діапазони склались у наслідок довготривалої еволюції рослин на Землі у різних агрокліматичних умовах. Їхні значення наведені в табл. 4.2.

Для більшості культурних рослин оптимальною для росту та розвитку є температура в межах 20...30°C.

Тепловий режим ґрунту, що формується як природний на тих чи інших агроландшафтах, у тих чи інших ґрунтово-кліматичних умовах, не завжди є достатнім (оптимальним) для вирощування окремих видів сільськогосподарських культур.



**Мінімальні та оптимальні температури ґрунту для
проростання насіння і росту рослин, °С**

Культура	Проростання насіння		Поява сходів рослин		Ріст рослин
	Мінімум	Оптимум	Мінімум	Оптимум	Оптимум
Конопля, люцерна, конюшина	0...1	-	2...3	-	31...37
Жито, пшениця, овес, ячмінь, рапс, горох	1...2	25	4...5	6	25...30
Льон, боби, цукровий буряк	3-4	25	6...7	-	20...30
Картопля	5...6	25	8...9	18...25	18...22
Соняшник	5...6	31	8...9	-	25...30
Кукурудза, просо, соя	8...10	27	10...11	-	30...35
Рис, бавовник, арахіс	12...14	37	14...15	18	20...25
Огірки, помідори, перець	12...15	30...35	10...12	-	20...30
Полуниця	-	-	8...12	15...20	20...30

При сільськогосподарському використанні земельних угідь можуть складатись такі умови, коли для одержання гарантованих урожаїв сільськогосподарських культур потрібне проведення заходів з покращання та регулювання теплового режиму ґрунту.

Отже, під *тепловою меліорацією* будемо розуміти систему організаційно-господарських та технічних заходів, спрямованих на докорінне поліпшення природного теплового режиму земельних



4.3.2. Методи та способи теплових меліорацій

Теплові меліорації в цілому базуються на трьох основних методах:

- 1) зміна структури теплового балансу ґрунту посиленням чи послабленням притоку тепла до ґрунту або його витрат з ґрунту;
- 2) зміна теплофізичних властивостей ґрунту;
- 3) нагрівання чи охолодження ґрунту й приземного шару повітря різноманітними тепловими джерелами та технічними засобами.

Виділяють наступні шляхи впливу на тепловий режим ґрунту:

1. Перерозподіл природної радіації, що надходить до діяльної поверхні поля з атмосфери. Виконується шляхом затемнення поверхні ґрунту мульчуванням.

Мульчування – це нанесення на поверхню ґрунту темнозбарвлених та спеціальних матеріалів (вугільна пила, тонкого шлаку, сухого гною, бітумних емульсій, чорного паперу або плівки, соломи, листя, піску та ін.).

Нанесення на поверхню ґрунту світлопрозорих плівок – укріттів, навпаки, призводить до перерозподілу складових теплового балансу та зменшенню витрат тепла на випаровування і теплообмін з атмосферою.

У практиці теплових меліорацій поширене використання поліетиленових, поліамідних, полівінілхлоридних, ацетатних плівок та тонкого пластику, найбільше використовують прозорі поліетиленові плівки товщиною 0,1...0,2 мм.

2. Збільшення, зменшення і перерозподіл вологи, яка надходить на поверхню ґрунту чи в ґрунт, що у свою чергу викликає зміну структури теплового балансу та перерозподіл теплової енергії (водні меліорації).

Тепловий режим ґрунту на осушуваних землях можна регулювати зміною рівня ґрунтових вод, на зрошуваних землях – проведенням поливів, зокрема теплими водами промислових підприємств чи геотермальними водами.



3. Зміна мікрорельєфу поверхні ґрунту і застосування спеціальної агротехніки. Найбільш поширені тепломеліоративні прийоми: нарізання гребенів, валів, глибока оранка, розпушення чи ущільнення ґрунту, посів рослин з високим стеблом та створення з них спеціальних захисних куліс, вирощування рослин у траншеях.

4. Зміна теплофізичних властивостей ґрунту шляхом корегування – щільності, шпаруватості, агрегатного складу та можливостей поглинати й проводити теплову енергію. Відомо, що піщані і супіщані ґрунти прогріваються швидше, ніж глинисті і суглинисті.

5. Зміна надходження тепла в ґрунт шляхом штучного обігріву чи охолодження ґрунту та приземного повітря. Прикладом є штучний обігрів футбольних полів з метою підтримання нормативних температурних вимог трав'яного газону, підігрів ґрунту в теплицях і парниках, створення систем поверхневого обігріву ґрунту тощо.

6. Зміна теплового режиму шляхом створення вітрових екранів, штучного збільшення провітрюваності території додатковим розміщенням лісосмуг, спеціальних огорож, споруд, використання примусової вентиляції.

7. Зміна теплового режиму шляхом регулювання вологості повітря та випаровування на певній території (мікроклімату) дощуванням, розпилюванням вологи, створенням водних акваторій, водосховищ, ставків, водоспадів, фонтанів, створенням штучної хмарності чи, навпаки, розсіюванням хмар.

8. Збільшення чи зменшення снігового покриву, що змінює інтенсивність і характер процесів промерзання і відтаювання ґрунту, стоку талих вод і перерозподілу вологи в ґрунті.

Управління сніговим покривом виділяють у окремий вид меліорацій – **снігові меліорації**. Сніг захищає ґрунт та зимуючі рослини від сильних морозів та поповнює запаси ґрунтової вологи. До основних способів снігових меліорацій відносяться снігозатримання, снігоущільнення, снігонакопичення та регулювання весняного сніготанення.

Усі перераховані способи впливу на тепловий режим ґрунту, що застосовують для управління тепловим режимом, поділяють на пасивні і активні.

Енергетичною основою **пасивних способів** слугує сонячне тепло,



а технологічною – штучна зміна умов теплообміну на поверхні ґрунту та теплопередачі в самому ґрунті.

До **пасивних способів** управління тепловим режимом земель можна віднести такі:

1) створення теплоізоляційних покриттів на ґрунті з природних і штучних матеріалів (пінистих, волокнистих, сипучих: піна, листя, стружка, очерет);

2) нанесення на ґрунт барвників – крейди, вугільного пилу, торфу, спеціальних емульсій та фарб;

3) покриття ґрунту непрозорими плівками, картоном, папером, що мають щільний контакт поверхнею ґрунту (мульчування);

4) покриття ґрунту прозорими та напівпрозорими плівками, пластиками, що не контактують з його поверхнею та створюють прозорі оболонки, наприклад у вигляді тунелів;

5) зміна теплофізичних властивостей ґрунтів внесенням у верхні шари піску, глини, щебеню, галечника, а також розпушуванням, прикатуванням, зволоженням, осушуванням;

6) зміна мікрорельєфу поверхні ґрунту гребнюванням, грядкуванням, розпушуванням, профілюванням;

7) посадка лісосмуг, куліс із високих рослин, кущів;

8) зміна густини посів рослин, ширини міжрядь, відстаней між рослинами у рядках;

9) затінення посадок і посівів щитами, рослинністю, деревами, кушами;

10) задимлення, використання дрібнодисперсних аерозолів;

11) зменшення або збільшення вологості в активному шарі ґрунту.

Активні теплові меліорації потребують наявності додаткових джерел теплової енергії та спеціальних технічних засобів транспортування і передачі цієї енергії до середовища «ґрунт – рослина – приземний шар повітря».

У якості джерел теплової енергії може бути використана акумульована сонячна енергія, електроенергія, пара, гаряча вода та низькотемпературні джерела енергії у вигляді скидних теплих (теплообмінних) вод промисловості й енергетики (АЕС і ТЕС) з температурою 20-30°C та природні геотермальні води.

Обігрівання – це спосіб теплової меліорації земель шляхом передачі ґрунту та приземному шару повітря додаткової теплової енергії з метою підвищення їх температури.



Всі технічні засоби обігрівання ґрунту поділяють на три основні групи: обігрівання за допомогою розосереджених джерел тепла, обігрівання за допомогою зосереджених джерел тепла та комбіноване обігрівання.

Ґрунтовий обігрів за допомогою зосереджених джерел тепла – найбільш поширений спосіб обігрівання.

Металеві, азбестоцементні, пластмасові трубопроводи розташовують в активному шарі ґрунту для транспортування теплоносія у вигляді води чи пари всередині ґрунту, пустотілі блоки – для пропуску гарячого чи теплого повітря в середині ґрунту, пластмасові трубопроводи та оболонки – рукави використовують для транспортування гарячої чи теплої води по поверхні ґрунту між рослинами. Внутрішньоґрунтове нагрівання може здійснюватись також за допомогою ізольованих електричних дротів і кабелів.

Системи для теплової меліорації ґрунтів. Для теплової меліорації ґрунтів, розташованих у межах промислових чи енергетичних об'єктів, що мають теплі скидні води, в Національному університеті водного господарства та природокористування обґрунтовано і розроблено піонерні конструкції тепломеліоративної системи (ТМС) з поверхневим обігрівом ґрунту гнучкими водонаповненими оболонками – рукавами. Її загальна схема наведена на рис. 4.11.

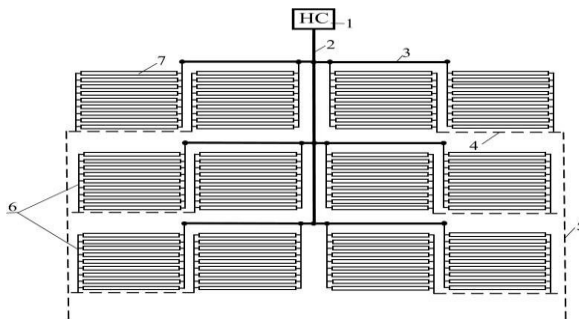


Рис. 4.11. Загальна схема тепломеліоративної системи поверхневого нагрівання ґрунту:

- 1 – насосна станція; 2 – магістральний трубопровід; 3 – розподільчі трубопроводи;
4 – збираючі ділянкові трубопроводи; 5 – відвідні трубопроводи; 6 – ділянкові
трубопроводи; 7 – грядки-секції



Конструктивними елементами ТМС є водонаповнені гнучкі оболонки – рукави для нагрівання ґрунту і повітря, магістральні, розподільчі, ділянкові та збираючі трубопроводи, водорозподільні вузли та водорегулююче обладнання, відвідні та інші трубопроводи. У складі ТМС можуть бути також відкриті канали та лотки, насосні станції, регулюючі басейни, гідротехнічні споруди, водомірне обладнання, засоби автоматики.

Обов'язковими елементами ТМС є також спеціальні світлопрозорі переносні сезонні укриття з автоматичними пристроями для провітрювання, а також система регулювання водного і поживного режимів ґрунту.

Головним елементом ТМС є обігрівачі ґрунту – гнучкі тонкостінні оболонки у вигляді трубопроводів чи широких рукавів. Обігрівачі розміщують на певній відстані один від одного, як правило між рядами рослин, і об'єднують для високої ефективності нагрівання ґрунту та повітря і підвищення надійності роботи системи обігріву в окремі грядки – секції, а секції у блок – модулі (рис. 4.12).

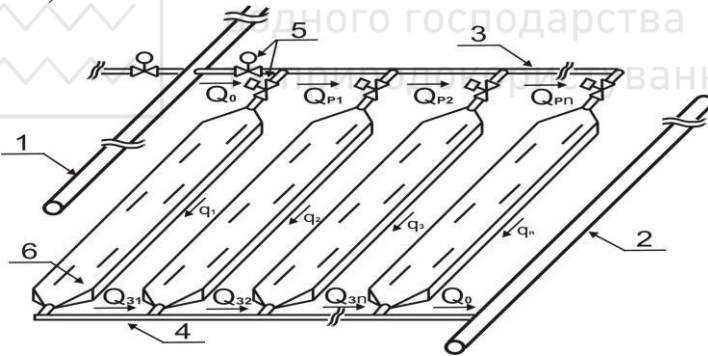


Рис. 4.12. Схема блок-модуля системи поверхневого нагрівання ґрунту:

- 1 – розподільчий трубопровід теплої води; 2 – збираючий трубопровід використаної води; 3 – ділянковий трубопровід теплої води; 4 – ділянковий трубопровід використаної води; 5 – водорегулююча арматура; 6 – оболонки; 7 – рукави з щілинами для рослин

Суть технології поверхневого обігріву полягає у постійній подачі теплої води через мережу транспортуючих і розподільчих трубопроводів, пристроїв і обладнання в обігрівачий блок-модуль. У блок – модулі низькотемпературний теплоносій (вода)



розподіляється між секціями, а в секціях – між гнучкими оболонками, які розташовані на поверхні ґрунту, проходить по них самопливно чи під невеликими напорами (близько 5...15 см), нагріває ґрунт і приземний шар повітря, у якому розміщені рослини, частково охолоджується на 1...2°C і відводиться збирачами – трубопроводами до водоприймача.

Для одержання максимального ефекту гнучкі тонкостінні оболонки об'єднують по 4...5 штук секції у вигляді вузьких грядок, а грядки розміщують під світлопрозорими укриттями тунельного чи іншого типу. Ділянка ґрунту, що нагрівається разом з укриттям, утворює грядку – секцію шириною 0,8...1,0 м та довжиною 20...25 м.

Одним із спеціальних способів теплової меліорації земель, що одночасно відносяться і до водних меліорацій, є зрошення теплими (термальними) водами або *гідротермомеліорації*.

Гідротермомеліорації можуть бути реалізовані в регіонах з термальними підземними водами або на землях біля підприємств, що мають теплі скидні води. Основна умова гідротермомеліорацій - придатність води для зрошення, що не завжди може бути виконано у зв'язку з використанням води в технологічних промислових циклах.

Методи і способи гідротермомеліорацій не відрізняється від звичайного зрошування. Застосовують також звичайну поливну техніку. З метою максимального використання теплового ресурсу теплих вод доцільно використовувати поверхневий полив чи внутрішньогрунтове зрошування з подачею води по мікропористих або перфорованих трубках, розташованих під орним шаром ґрунту.

Найдоцільніше поєднувати зрошування теплими водами (утеплювальне зрошування) з ґрунтовим обігрівом трубопровідними внутрішньогрунтовими системами.

Максимальний ефект від зрошування теплими водами спостерігається у прохолодні весняні, літні та осінні періоди.

4.3.3. Еколого–економічні аспекти теплових меліорацій

Тепломеліоративні заходи, особливо активного характеру, відносяться до потужних природоперетворюючих факторів. Вони можуть приводити як до позитивних результатів у господарській



діяльності, пов'язаних з отриманням ранніх урожаїв сільськогосподарських культур, так і до негативних екологічних наслідків, пов'язаних з деградацією та збідненням ґрунтів, зміною мікроклімату територій.

Теплові меліорації зі збільшенням температур (нагрівання) найбільш ефективні на територіях з прохолодним кліматом, де стримуючим фактором для землеробства є температурний, зі зменшенням температур (охолодження) – у південних регіонах планети.

Враховуючі тривалі весняні та осінні холодні періоди, які скорочують потенційний вегетаційний період для теплолюбних культур, недостатні температури ґрунту у вегетаційні періоди для багатьох культурних рослин, теплові меліорації є доцільними і можливими у середніх широтах, де розташована Україна.

За такими меліораціями, за умов їх комплексного використання з водними, хімічними, поживними, вчені вбачають майбутнє землеробства.

На думку вчених за масштабом реалізації активні теплові меліорації (з додатковим штучним нагріванням ґрунту) довгий час будуть мати тільки локальний характер застосування. Стримуючим фактором у їх розвитку є потреба у значній кількості теплової енергії.

Теплові меліорації мають також природоохоронне значення, оскільки утилізують скидне тепло в корисних цілях, зменшуючи теплове навантаження на атмосферу та гідросферу у регіоні.

Соціально – економічними перевагами теплових меліорацій на теплових відходах виробництва є створення додаткових робочих місць в аграрному секторі, одержання додаткової рослинницької продукції.

З іншого боку, враховуючи збільшення впливу теплового фактора на ґрунт, інтенсивне використання ґрунту як природного тіла, варто очікувати й прогнозувати деякі негативні екологічні явища в середовищі «ґрунт – рослина – приземний шар повітря».

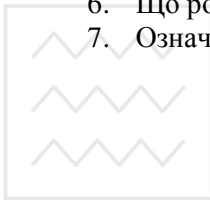
Очевидно, що більш інтенсивне використання родючості ґрунту на тепломеліорованих земельних ділянках, потребуватиме внесення додаткових мінеральних і органічних добрив, підтримання родючості на належному рівні спеціальними прийомами: внесенням сидератів, органіки, заорюванням рослинних решток тощо.



Еколого-економічні засади теплових меліорацій ще досконало не розроблені і потребують уточнення в частині оцінки позитивних і негативних факторів.

Контрольні питання:

1. Що розуміють під тепловими меліораціями?
2. Перерахуйте основні методи і способи теплових меліорацій.
3. Дайте коротку характеристику пасивних способів управління тепловим режимом земель.
4. Які способи теплових меліорацій відносяться до активних?
5. Назвіть основні конструктивні елементи тепломеліоративних систем.
6. Що розуміють під терміном «гідротермомеліорації»?
7. Означте вплив теплових меліорацій на довкілля.





Тестова програма

Знайдіть одну правильну відповідь у кожному із запропонованих тестових запитань

Змістовий модуль № 1

1. Осушувальні меліорації – це :

а) вилучення зайвої води з поверхні кореневмісного шару для підвищення родючості ґрунтів, покращення санітарних умов, підвищення стійкості ґрунтів при навантаженнях, боротьби з водною ерозією, засоленням ґрунтів та інше;

б) вилучення зайвої води з поверхні для підвищення родючості ґрунтів, покращення санітарних умов;

в) вилучення надлишку води з ґрунту для підвищення його родючості і стійкості при навантаженнях;

г) вилучення зайвої води з боліт для підвищення їх родючості і покращення санітарних умов;

д) пониження рівня води в річках з метою запобігання затопленню і підтопленню земель.

2. Вкажіть зовнішні ознаки земель, для ефективного використання яких, необхідно застосовувати осушувальні меліорації:

а) наявність болотної рослинності;

б) наявність перезволожених понижень;

в) наявність моху.

3. Для землеробства використовуються такі торфові ґрунти:

а) низинні;

б) верхові;

г) перехідні;

4. Більшу водомісткість має такий ґрунт:

а) мінеральний;

б) торфовий;

в) піщаний;

г) супіщаний.

5. При осушенні ущільнюється такий ґрунт:

а) торфовий;



б) мінеральний;

в) піщаний;

г) глинистий.

6. Грунтові води не можуть викликати перезволоження на:

а) пісках;

б) глинах, важких суглинках;

в) пісках, супісках;

г) легких суглинках.

7. Перезволоження земель внаслідок діяльності людини:

а) можливе;

б) не можливе;

в) можливе на торфових ґрунтах;

г) можливе при атмосферному типі водного живлення.

8. Найкраща для рослин вологість ґрунту в інтервалі:

а) вологість в'янення – максимальна рівноважна волоємність;

б) нижня границя оптимальної вологості – гранична польова волоємність;

в) нижня границя оптимальної вологості – максимальна рівноважна водоемність;

г) вологість в'янення – нижня границя оптимальної вологості;

д) вологість в'янення – максимальна водоемність.

9. Навесні прогріваються скоріше:

а) осушені ґрунти;

б) перезволожені ґрунти;

в) заболочені ґрунти;

г) болота.

10. При осушенні скидається гравітаційна вода до:

а) нижньої границії оптимальної вологості;

б) найменшої водоемності;

в) вологості в'янення;

г) вологості розриву капілярів.

11. Розклад органічних залишків у ґрунті уповільнюється на:



- а) перезволожених землях;
- б) осушених землях;
- в) зрошуваних землях;
- г) землях з оптимальним природним водним режимом.

12. Більш вологолюбивими сільськогосподарськими культурами є:

- а) зернові;
- б) технічні;
- в) зернові і технічні;
- г) трави і овочі.

13. Норма осушення – це:

- а) кількість води, яка відводиться з меліорованої території за одиницю часу;
- б) кількість води, яка відводиться з меліорованої території з 1 га;
- в) глибина залягання РГВ протягом вегетаційного періоду, що забезпечує сприятливий водний режим для вирощування сільськогосподарських культур;
- г) вологість кореневмісного шару ґрунту.

14. Норма осушення вимірюється у:

- а) м, см;
- б) м³/га;
- в) м³/с;
- г) %.

15. «Норма осушення» втрачає зміст на таких ґрунтах:

- а) легких, де швидко встановлюється РГВ;
- б) на ґрунтах, де $k_{\phi} > 0,5$ м/добу;
- г) на важких ґрунтах, де суцільний горизонт ґрунтової води не формується.

16. Водно-повітряний режим ґрунтів повинен забезпечити:

- а) сприятливі умови для росту сільськогосподарських культур і прохідності;
- б) сприятливий тепловий режим;
- в) сприятливий поживний режим;



г) максимальну врожайність сільськогосподарських культур.

17. Необхідний водно-повітряний режим ґрунтів характеризується такими показниками:

- а) аерацією, вологістю, рівнем ґрунтової води, тривалістю затоплення і перезволоження кореневмісного шару;
- б) продуктивними запасами вологи в кореневмісному шарі;
- в) тривалістю перезволоження;
- г) аерацією та оптимальною вологістю.

18. Оптимальний рівень аерації ґрунту повинен становити:

- а) 20...40% шпаруватості ґрунту;
- б) > 40% шпаруватості ґрунту;
- в) > 60% шпаруватості ґрунту;
- г) < 20% шпаруватості ґрунту.

19. Оптимальна вологість осушуваних ґрунтів у вегетаційний період становить:

- а) 55...80% повної вологоємкості;
- б) 20...40% повної вологоємкості;
- в) > 80% повної вологоємкості;
- г) < 20% повної вологоємкості.

20. Водно-балансові розрахунки виконують для вегетаційних періодів:

- а) середнього (імовірність перевищення 50% за атмосферними опадами);
- б) сухого (імовірність перевищення 75% за атмосферними опадами);
- в) сильно посушливого (імовірність перевищення 90% за атмосферними опадами);
- г) середнього, сухого та сильнопосушливого.

21. Запас продуктивної вологи в ґрунті розраховують:

- а) на початок вегетації;
- б) в середньому за вегетацію;
- в) на кінець вегетації;
- г) на початок посівного періоду.



22. Якщо показник водного балансу $M > 0$ – позитивний, то проєктують:

- а) осушувальну систему;
- б) зрошувальну систему;
- в) закриту осушувальну систему;
- г) осушувально-зволожувальну систему.

23. Якщо показник водного балансу $M \rightarrow 0$ (наближається до 0), то проєктують:

- а) осушувальну систему;
- б) зрошувальну систему;
- в) відкриту осушувальну систему;
- г) гідротехнічні меліорації непотрібні.

24. Величина норми осушення у посівний період залежить від:

- а) рослини;
- б) забезпечення несучої здатності ґрунту;
- в) забезпеченості опадів передпосівного періоду;
- г) від тривалості осушення.

25. Добре витримують короткотермінове затоплення і підтоплення кореневого шару ґрунту такі культури:

- а) багаторічні трави;
- б) картопля;
- в) буряк;
- г) горох.

26. Форма полів сільськогосподарських культур на осушувальних системах повинна бути:

- а) форма не має значення;
- б) близька до прямокутної чи квадратної з довжиною сторін більше 400 м;
- в) близька до кола з діаметром не менше 400 м;
- г) близька до ромба з довжиною сторін не менше 400 м.

27. Водний баланс – це:

а) різниця між надходженням і витратами води в певному об'ємі ґрунту;



- б) розрахунок горизонту ґрунтових вод і вологості ґрунту;
- в) розрахунок вологості ґрунту;
- г) розрахунок продуктивних вологозапасів.

28. Сумарне випаровування – це:

- а) випаровування з поверхні ґрунту та транспірація рослинами.
- б) транспірація рослинами;
- в) випаровування з поверхні ґрунту;
- г) тільки на водопроникних ґрунтах, кількість вологи в ґрунті.

29. Ідеальною є дрена, коли:

- а) вона розташована вище водотриву;
- б) вона розташована на водотриві і за фізичною суттю являє собою отвір у ґрунті;
- в) її діаметр достатній для прийому всієї води, що фільтрується до неї;
- г) вона за фізичною суттю являє собою отвір у ґрунті.

30. Метод осушення – це:

- а) принцип дії на ґрунт;
- б) будівництво гідромеліоративної системи;
- в) видалення надлишкової вологи;
- г) основні шляхи усунення надлишкової зволоженості земель.

31. Спосіб осушення – це:

- а) технічні заходи, за допомогою яких реалізуються методи осушення, технічні заходи, за якими будується гідромеліоративна система;
- б) технічні заходи, за допомогою яких усувається надлишкове зволоження;
- в) пристрої, які влаштовуються на осушувальній системі;
- г) зниження рівня ґрунтових вод.

32. Гідромеліоративні осушувальні системи за конструкцією мережі поділяються на:

- а) відкриті канали та механічне відведення води;
- б) з закритою мережею і механічним відведення води;
- в) відкриті, закриті, комбіновані;



г) відкриті канали та самопливне відведення води;

д) з механічним відведенням води зі спрямленого магістрального каналу.

33. Осушувальна система – це:

а) система експлуатаційного обладнання для покращення експлуатації;

б) комплекс гідротехнічних споруд і пристроїв, що забезпечують відведення надлишкової води з осушуваної території;

в) система гідромеліоративного і гідрометричного обладнання для спостереження за водним режимом;

г) мережа каналів і гідротехнічних споруд для забезпечення відведення і подачі води на зволоження.

34. Гідромеліоративні системи, що забезпечують оптимальний водно-повітряний режим протягом всього вегетаційного періоду називають:

а) осушувальні;

б) осушувально-зволожувальні;

в) імпульсного шлюзування;

г) з попереджувальним шлюзуванням.

35. Водоприймач на осушувальній системі призначений для:

а) транспортування води;

б) прийому води з осушуваної території;

в) регулювання рівнів води;

г) подачі води для водопостачання.

36. Матеріальна дрена – це:

а) порожнина у ґрунті;

б) дрена із закріпленими стінками з використанням для цього переважно гончарних, перфорованих пластмасових або інших труб;

в) дрена із закріпленими стінками.

37. Кротова дрена – це:

а) кругла порожнина із незакріпленими стінками, утворена в ґрунті в результаті проходження робочого органу;

б) дрена із закріпленими стінками;



38. Коефіцієнт фільтрації – це:

- а) умовна швидкість руху рідини в шпаринному середовищі при градієнті напору, що дорівнює одиниці;
- б) швидкість капілярного підтоку води в шпаринному середовищі;
- в) витрата води через одиницю площі шпаринного середовища;
- г) швидкість руху води в шпаринному середовищі.

39. Відстань між дренами є:

- а) пропорційною коефіцієнту фільтрації;
- б) непропорційною коефіцієнту фільтрації;
- в) не залежить від коефіцієнту фільтрації;
- г) дорівнює коефіцієнту фільтрації.

40. Відстань між дренами:

- а) залежить від терміну осушення;
- б) не залежить від терміну осушення;
- в) залежить від терміну осушення в торфових ґрунтах;
- г) залежить від терміну осушення в мінеральних ґрунтах.

41. Мінімальний внутрішній діаметр гончарної дрени дорівнює:

- а) 50 мм;
- б) 63 мм;
- в) 70 мм;
- г) 80 мм.

42. Мінімальний ухил, з яким закладаються гончарні дрени, складає:

- а) 0,001;
- б) 0,002;
- в) 0,003;
- г) 0,004.

43. Щодо виду ґрунту кротовий дренаж влаштовується у:

- а) незв'язних пісках;
- б) зв'язних пічках



- в) супісках;
- г) торфах.

44. Вода надходить у пластмасові дрени через:

- а) муфти;
- б) стики;
- в) перфорацію;
- г) отвори, стики, перфорацію.

45. Щодо виду фільтр не повинен пропускати у дренаж:

- а) воду;
- б) суфозійні частки ґрунту;
- в) повітря;
- г) розчинні у воді поживні речовини.

46. Для відведення води із замкнених понижень застосовуються такі гідротехнічні споруди:

- а) дренажні колодязі-фільтри;
- б) швидкотоки;
- в) дренажні регулюючі колодязі;
- г) дренажні оглядові колодязі.

47. До складу провідної осушувальної мережі входять:

- а) відкриті і закриті колектори, магістральні канали;
- б) відкритий дренаж;
- в) закритий дренаж;
- г) нагірні і ловильні канали.

48. Водоприймач повинен забезпечувати:

- а) перехоплення поверхневого стоку;
- б) своєчасне відведення надлишкової води з осушувальної території;
- в) відведення води з типового господарства;
- г) необхідну витрату для зволоження;
- д) проходження транзитних витрат.

49. Магістральний канал прокладають по:

- а) найнижчих відмітках осушувальної території;



- б) найвищих відмітках осушуваної території;
в) водорозділу;
г) місцях з найменшою глибиною торфу.

50. Магістральний канал повинен проходити по:

- а) місцях з найменшими глибинами торфу;
б) місцях з найбільшими глибинами торфу;
в) ділянках з середніми глибинами торфу;
г) водорозділу.

51. Осушувальні канали з'єднуються між собою під кутом:

- а) $100^\circ \dots 120^\circ$;
б) 180° ;
в) 120° ;
г) $60^\circ \dots 90^\circ$.

52. Коефіцієнт закладання відкосів каналів залежить від:

- а) ґрунту, що складає ложе каналу;
б) розрахункової глибини води в каналі;
в) ширини каналу по дну;
г) швидкості руху води в каналі.

53. Осушувальними каналами, що гідравлічно розраховуються є канали з площею водозбору:

- а) 8 км^2 ;
б) 3 км^2 ;
в) 4 км^2 ;
г) $> 5 \text{ км}^2$.

54. Гідравлічний розрахунок осушувальних каналів здійснюють за формулою:

- а) $Q = \omega \cdot V$;
б) $Q = \omega \cdot c \cdot \sqrt{R}$;
в) $Q = \frac{\omega}{V}$;
г) $Q = \frac{V}{\omega}$.



55. Розрахунковий рівень води в осушувальному каналі при проходженні посівних витрат повинен забезпечувати:

- а) норму осушення на посівний період;
- б) проходження води в бровках каналу;
- в) норму осушення на вегетаційний період;
- г) норму осушення на період проведення осінніх польових робіт.

56. За формою поперечного перерізу незакріпленого каналу більш стійкою є:

- а) параболічна;
- б) трапецевидна;
- в) прямокутна;
- г) трикутна.

57. Дно осушувальних каналів старшого порядку завжди повинно бути :

- а) вище за дно каналу молодшого порядку;
- б) на рівні дна каналів молодшого порядку;
- в) нижче за дно впадаючого колектора;
- г) на рівні або нижче за дно каналів молодшого порядку.

58. Ув'язка у вертикальній площині осушувальних каналів, що гідравлічно розраховуються, виконується за таких розрахункових рівнях води:

- а) побутових;
- б) високих літніх;
- в) посівних;
- г) весняної повені, високих літніх.

59. Дренажні колектори з'єднуються з каналами за допомогою:

- а) гирлової споруди;
- б) відрізка труби;
- в) шлюзу;
- г) дренажного колодязя.



1. Зрошування земель – це:
 - а) розпилювання води над полем, зайнятим сільськогосподарською культурою;
 - б) штучне зволоження активного шару ґрунту і приземного шару повітря з метою отримання високих і стабільних врожаїв сільськогосподарських культур;
 - в) подача води із джерела зрошування в зрошувальну мережу;
 - г) подача води в зрошувальну мережу для поливу сільськогосподарських культур у найбільш жаркі години доби.

2. Види зрошування земель – це:
 - а) поверхнєве зрошування, дощування;
 - б) регулярне, одноразове, спеціальні види зрошування;
 - в) внутрішньогрунтове і краплинне зрошування;
 - г) зволожувальне, удобрювальне, спеціальні види зрошування.

3. Зволожувальне зрошування – це:
 - а) зрошування сільськогосподарських культур з метою попередження атмосферної засухи;
 - б) поливи сільськогосподарських культур після посіву;
 - в) зрошування з метою регулювання водно-повітряного режиму в активному шарі ґрунту на протязі вегетаційного періоду;
 - г) поливи сільськогосподарських культур для збільшення запасів води в ґрунті.

4. Спеціальні види зрошувальних меліорацій – це:
 - а) поливи стічними водами;
 - б) внутрішньогрунтове зволоження;
 - в) удобрювальне, утеплювальне, теплорегуляційне зрошування;
 - г) дрібнодисперсне дощування.

5. Необхідність у зрошуванні земель встановлюється на основі:
 - а) аналізу природних умов території;
 - б) розрахунків водного балансу;
 - в) аналізу температурних умов;
 - г) оцінка суми опадів за вегетаційний період.



6. Індекс сухості території визначається за виразом:

а) $I_c = \frac{O(1-\alpha)}{P}$;

б) $I_c = \frac{E}{P}$;

в) $I_c = \frac{P}{E}$

г) $I_c = \frac{P(1-\alpha)}{E}$.

7. Агрокліматична зона вважається зоною нестійкого зволоження, якщо індекс сухості дорівнює:

а) 1...2;

б) < 1 ;

в) > 3 ;

г) 2...3.

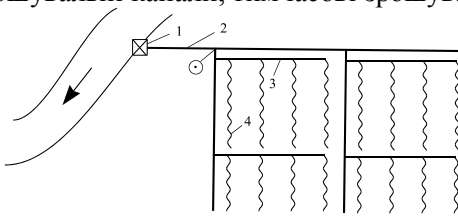
8. Встановити відповідність позначених на схемі окремих елементів відкритої зрошувальної системи:

а) насосна станція, канали зрошувальної мережі;

б) магістральний та розподільчі зрошувальні канали;

в) насосна станція, канали провідної зрошувальної мережі, тимчасові зрошувачі;

г) водозабірна споруда, магістральний канал, розподільні зрошувальні канали, тимчасові зрошувачі.



9. Зрошувальна система – це:

а) канали і трубопроводи, по яких вода подається на зрошувані поля;

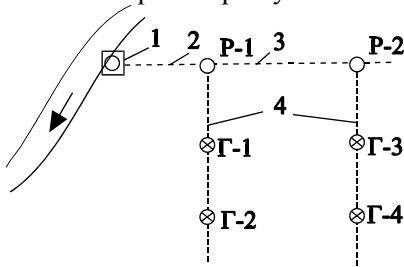
б) система для здійснення зрошування земель;



в) комплекс взаємодіючих споруд і технічних засобів для здійснення зрошування земель;

г) джерело зрошування і комплекс гідротехнічних споруд для здійснення зрошування земель.

10. Встановити відповідність позначених на схемі окремих елементів закритої зрошувальної системи:



а) насосна станція, магістральний і розподільчий трубопроводи різних порядків;

б) водонапірна башта, магістральний і розподільчий трубопроводи, гідранти;

в) насосна станція, магістральний і розподільний трубопроводи, розподільчі колодязі;

г) напороутворююча споруда, магістральний, розподільчий і польовий трубопроводи.

11. За конструкцією зрошувальної мережі зрошувальні системи поділяються на:

а) самопливні;

б) з механічною водоподачею;

в) відкриті, закриті та комбіновані;

г) з централізованою водоподачею.

12. Зрошувальна норма – це:

а) кількість води для зрошування сільськогосподарської культури;

б) середня витрата води на зрошування на протязі вегетаційного періоду;

в) об'єм води, що подається на зрошувану площу за поливний період



г) об'єм води, що подається на 1 га зрошуваної площі за вегетаційний період.

13. Зрошувальна норма визначається за виразом:

а) $W_a = W_o - W_{cr}$;

б) $V_{gr} = ET_{crop} \cdot k_{gr}$;

в) $M_{nt} = ET_{crop} - W_a - P_{ef} - V_{gr}$;

г) $ET_{crop} = P_t + W_a$.

14. Водоспоживання сільськогосподарської культури – це:

а) витрата води сільськогосподарською культурою впродовж вегетаційного періоду;

б) сукупність норм і термінів поливів;

в) об'єм води, який витрачається 1 га сільськогосподарського поля протягом вегетаційного періоду;

г) витрати води на транспірацію рослинами і випаровування ґрунту.

15. За методом О.М. Костякова сумарне водоспоживання сільськогосподарської культури визначається як:

а) $ET_{crop} = k_{\delta} \cdot \sum d$;

б) $ET_{crop} = k_{\epsilon} \cdot Y$;

в) $ET_{crop} = 0,0018(25 + t)(100 - a)0,8$;

г) $ET_{crop} = M_{nt} + P_{ef} + W_a + V_{gr}$.

16. За біокліматичним методом сумарне водоспоживання сільськогосподарської культури визначається за виразом:

а) $ET_{crop} = k_{\delta} \cdot \sum d$;

б) $ET_{crop} = k_{\epsilon} \cdot Y$;

в) $ET_{crop} = 0,0018(25 + t)(100 - a)0,8$;

г) $ET_{crop} = M_{nt} + P_{ef} + W_a + V_{gr}$.

17. Поливна норма – це:



- а) кількість води, яка подається на поле за один полив;
- б) середня витрата води на поле за один полив;
- в) об'єм води, який подається на поле за вегетаційний період;
- г) об'єм води, який подається на 1 га зрошуваної площі за один полив.

18. Максимальна величина поливної норми визначається за виразом:

- а) $m_{nt} = W_{ПВ} - W_{FC}$;
- б) $m_{nt} = M_{nt} / n$;
- в) $m_{nt} = 0,5(w_{FC} + w_{pwp})$;
- г) $m_{nt} = 100 \cdot \gamma \cdot h_w (w_{FC} - w_{cr})$.

19. Величина зрошувальної і поливної норм вимірюється у:

- а) л/с; м³/с;
- б) м/добу;
- в) м³/га;
- г) м³/га; мм.

20. Терміни поливу сільськогосподарських культур на стадії розробки проекту встановлюються:

- а) термостатно-ваговим методом;
- б) графо-аналітичним;
- в) аерокосмічним;
- г) візуальним.

21. Терміни поливу сільськогосподарських культур на стадії експлуатації систем встановлюються:

- а) термостатно-ваговим або графо-аналітичним методом;
- б) термостатно-ваговим ;
- в) за допомогою спеціальних приладів;
- г) термостатно-ваговим, приладами, аерокосмічним, візуальним.

22. Режим зрошування окремої сільськогосподарської культури – це:

- а) вологість ґрунту перед поливом, після нього та поливна норма;



- б) кількість поливів, величини поливних норм та черговість поливів;
- в) величини поливних норм та витрати води на поле під час поливу;
- г) величини поливних норм, кількість та терміни проведення поливів.

23. Режим зрошування сівозміни – це:

- а) зрошувальна, поливна норми, кількість і терміни поливів кожної сільськогосподарської культури в сівозміні;
- б) динаміка витрат води на зрошування кожної сільськогосподарської культури в сівозміні на протязі вегетаційного періоду;
- в) динаміка об'ємів води на зрошування сівозміни на протязі вегетаційного періоду;
- г) режим зрошування сукупності сільськогосподарських культур в сівозміні.

24. Режим зрошування сівозміни розраховують на основі:

- а) сукупності сільськогосподарських культур в сівозміні;
- б) біокліматичного методу С.М. і А.М. Алпатьєвих;
- в) режимів зрошування окремих сільськогосподарських культур;
- г) визначення витрат води на зрошування кожної сільськогосподарської культури в сівозміні.

25. Режим зрошування сівозміни представляють у вигляді:

- а) математичного виразу;
- б) неукомплектованого і укомплектованого графіків коливань витрат води на зрошування сільськогосподарських культур протягом вегетаційного періоду;
- в) діаграм;
- г) комп'ютерних програм.

26. При розрахунку графіка режиму зрошування сівозміни величину витрати на зрошування окремих сільськогосподарських культур визначають за виразом:



а) $Q = \frac{W_{зр}}{M_{нт}}$;

б) $Q = \frac{\alpha \cdot m \cdot F_{cis}}{86,4 \cdot t}$;

в) $Q = \frac{m \cdot F_{cis}}{86,4 \cdot t}$;

г) $Q = \frac{\alpha \cdot m}{86,4 \cdot t}$.

27. При укомплектуванні графіка зрошування сівозміни (графіка поливів) його ординати вирівнюють шляхом:

- а) зміни величин поливних норм;
- б) зміни тривалості та зміщення термінів окремих поливів;
- в) зміни об'ємів води на зрошування.

28. Практичне призначення укомплектованого графіка поливів сівозміни полягає у:

- а) визначенні об'єму води для зрошування сівозміни;
- б) встановленні черговості проведення поливів;
- в) визначенні витрати води для розрахунку водозабірної споруди, каналів, трубопроводів і споруд на зрошувальній мережі;
- г) створенні основи для складання плану водоподачі.

29. Гідромодуль – це:

- а) витрата води на зрошування сівозміни;
- б) об'єм води, який подається на зрошування сівозміни за вегетаційний період;
- в) витрата води на один осереднений гектар сівозміни;
- г) об'єм води, який подається на один гектар зрошуваної площі.

30. Гідромодуль визначається за виразом:

а) $q = \frac{m \cdot F_{поля}}{86,4 \cdot t}$;

б) $q = \frac{\alpha \cdot m \cdot F_{cis}}{86,4 \cdot t}$;



в) $q = \frac{\alpha \cdot m}{86,4 \cdot t}$;

г) $q = \frac{W}{t}$.

31. Величина витрати на зрошування сівозміни визначається за виразом:

а) $Q = wc\sqrt{R \cdot i}$;

б) $Q = q \cdot F_{cis}$;

в) $Q = m \cdot F_{cis}$;

г) $Q = \frac{W}{t}$.

32. Розрізняють наступні способи зрошування:

- а) поверхневий, дощування, внутрішньогрунтовий, підземний;
- б) поверхневий, дощування, дрібнодисперсний, внутрішньогрунтовий, підземний;
- в) поверхневий, дощування, краплинний, підземний;
- г) поверхневий, дощування, аерозольний, внутрішньогрунтовий, краплинний.

33. Універсальним є такий спосіб зрошування:

- а) поверхневий;
- б) дощування;
- в) внутрішньогрунтовий;
- г) ніякий.

34. Поверхневий спосіб поливу застосовують:

- а) на середньо- і важкосуглинкових ґрунтах;
- б) при складному рельєфі;
- в) на середньо- і слабководопроникних ґрунтах, спокійному рельєфі;
- г) на незасолених ґрунтах.

35. Розрізняють наступні різновиди поверхневого зрошування:



- а) полив по борознах і смугах;
- б) вибіркове затоплення;
- в) полив по борознах і смугах, затоплення;
- г) полив затопленням на рисових системах.

36. Полив затопленням використовують для зрошування таких культур:

- а) всіх;
- б) пшениці;
- в) бавовника;
- г) рису.

37. Вкажіть послідовність улаштування тимчасової зрошувальної мережі при поверхневому поливі і по схилах поверхні землі менших від 0,004:

- а) борозни, вивідні борозни, тимчасові зрошувачі;
- б) тимчасові зрошувачі, вивідні борозни, борозни;
- в) тимчасові зрошувачі, борозни;
- г) вивідні борозни, борозни.

38. До складу тимчасової зрошувальної мережі при похилх поверхні землі більше 0,004 входять:

- а) тимчасові зрошувачі, вивідні борозни, борозни (смуги);
- б) тимчасові зрошувачі, борозни (смуги);
- в) вивідні борозни, борозни (смуги);
- г) борозни (смуги).

39. Дощування рекомендовано застосовувати щодо таких природних умов:

- а) засолені ґрунти, спокійний рельєф, наявність водних ресурсів;
- б) незасолені ґрунти, спокійний рельєф, дефіцит водних ресурсів;
- в) незасолені ґрунти, спокійний рельєф, наявність водних ресурсів;
- г) незасолені ґрунти, складний рельєф, дефіцит водних ресурсів;

40. Короткоструменевими є такі дощувальні машини:

- а) “Фрегат”, ДДА-100 МА;



- б) “Днепр”, “Волжанка”;
- в) “Фрегат”, “Кубань”;
- г) “Кубань”, ДДА-100 МА.

41. Середньоструменевими є такі дощувальні машини:

- а) ДДА-100 МА, ДДН-100;
- б) ДДН-70, “Днепр”;
- в) “Фрегат”, “Днепр”;
- г) “Кубань”, “Волжанка”.

42. Далекоструменевими є такі дощувальні машини:

- а) ДДА-100 МА, “Волжанка”;
- б) ДДН-70, “Фрегат”;
- в) “Днепр”, ДДН-100;
- г) ДДН-70, ДДН-100.

43. Розрахунки техніки поливу дощуванням полягають у визначенні:

- а) кількості дощувальних машин;
- б) інтенсивності дощування;
- в) продуктивності дощувальних машин;
- г) всіх перерахованих показників.

44. Поливна ділянка в напрямку руху дощувальної машини фронтальної дії, яка працює позиційно, повинна відповідати таким параметрам:

- а) ширині крила дощувальної машини;
- б) ширині захвату дощувальної машини;
- в) радіусу дії дощувальної машини;
- г) кратна відстані між гідрантами.

45. Поливна ділянка в напрямку, перпендикулярному руху дощувальної машини фронтальної дії повинна відповідати таким параметрам:

- а) довжині крила дощувальної машини;
- б) ширині захвату дощувальної машини;
- в) радіусу дії дощувальної машини;
- г) кратна відстані між гідрантами.



46. Дрібнодисперсне зрошування застосовується для:

- а) підвищення вологості ґрунту;
- б) підвищення вологості ґрунту і приґрунтового шару повітря;
- в) регулювання мікроклімату приґрунтового шару повітря.

47. Вода у кореневий шар ґрунту при внутрішньогрунтовому зволоженні надходить:

- а) у вигляді штучного дощу;
- б) з борозен на поверхні ґрунту;
- в) зі зволожувачів у ґрунті;
- г) по капілярах з рівня ґрунтових вод.

48. Вода в кореневий шар ґрунту при субіригації надходить:

- а) з поверхні ґрунту при вибірковому затопленні;
- б) з розпиленої над поверхнею ґрунту води;
- в) зі зволожувачів у ґрунті;
- г) по капілярах при підйомі рівня ґрунтових вод.

49. Вода в ґрунт при краплинному зрошуванні подається:

- а) у вигляді змінного струменя;
- б) через дощувальні апарати;
- в) через дощувальні насадки;
- г) через мікроводавипуски.

50. Зрошувальна мережа відкритої зрошувальної системи поділяється на:

- а) магістральну і розподільну;
- б) розподільну і тимчасову;
- в) провідну і тимчасову;
- г) господарську і внутрішньогосподарську.

51. До складу відкритої провідної зрошувальної мережі в загальному випадку входять:

- а) магістральний і розподільчі канали різних порядків;
- б) магістральний і міжгосподарські розподільчі канали ;
- в) міжгосподарські, господарські і внутрішньогосподарські канали;



г) господарські, внутрішньогосподарські і ділянкові розподільні канали.

52. Основою для проектування зрошувальної системи є топографічний план поверхні ділянки в масштабі:

- а) 1:100, 1:200;
- б) 1:5000, 1:10000;
- в) 1:2000;
- г) 1:25000.

53. Максимальна витрата води у зрошувальному каналі – це:

- а) максимальна витрата води за графіком водоподачі;
- б) сумарна витрата води прийнятих для поливу дощувальних машин;
- в) витрата води, яку може пропустити канал при заданих параметрах;
- г) максимальна витрата води за графіком водоподачі, що має місце на протязі тривалого періоду.

54. Форсована витрата води у зрошувальному каналі – це:

- а) максимальна витрата води за графіком водоподачі;
- б) збільшена максимальна витрата води, яка за графіком водоподачі має місце на протязі короткого періоду;
- в) витрата води, за якою розраховуються параметри поперечного перерізу каналу;
- г) максимальна витрата води, що може пропустити зрошувальний канал при заданому ухилі.

55. Мінімальна витрата води у зрошувальному каналі – це:

- а) мінімальна витрата води за графіком водоподачі;
- б) витрата води при мінімальному ухилі;
- в) витрата води при мінімальній глибині наповнення;
- г) витрата води при мінімально допустимій швидкості.

56. Зрошувальні канали розраховуються на пропуск витрат води:

- а) дощувальних машин;
- б) нормальної, мінімальної і форсованої;
- в) тільки максимальної;



г) максимальної, мінімальної і форсованої.

57. Гідравлічні розрахунки зрошувальних каналів проводяться на пропуск витрати води:

- а) максимальної, форсованої і мінімальної;
- б) максимальної;
- в) максимальної і мінімальної;
- г) форсованої.

58. Метою гідравлічного розрахунку зрошувальних каналів визначення є:

- а) параметрів «живого» перерізу;
- б) глибини наповнення;
- в) швидкості руху води;
- г) параметрів «живого» перерізу і перевірка на розмив та замулення.

59. Гідравлічні розрахунки зрошувальних каналів проводяться за формулою:

а) $Q = \frac{m \cdot F}{86,4 \cdot t}$;

б) $Q = \omega \cdot c \cdot \sqrt{R} \cdot i$;

в) $\omega = (b + m \cdot h)h$;

г) $R = \frac{\omega}{x}$.

60. Умова стабільності поперечного перерізу зрошувального каналу щодо розмиву і замулення виконується при такому співвідношенні швидкостей води:

а) $V_{\text{факт}} \leq V_{\text{дон}}^{\text{замул}}$;

б) $V_{\text{факт}} \geq V_{\text{дон}}^{\text{замул}}$;

в) $V_{\text{дон}}^{\text{замул}} \leq V_{\text{факт}} \leq V_{\text{дон}}^{\text{розм}}$;

г) $V_{\text{дон}}^{\text{зам}} \geq V_{\text{факт}} \leq V_{\text{дон}}^{\text{розм}}$.

61. Зрошувальні трубопроводи проектується на плані за схемами:

- а) поперечною;



- б) поздовжньою;
- в) змішаною;
- г) «Т» – подібною, «Ш» – подібною.

62. Вода в самопливно-напірних закритих зрошувальних системах рухається за рахунок:

- а) будь-якого напороутворюючого пристрою;
- б) напору, що утворюється водонапірною баштою;
- в) насосної станції;
- г) напору, створюваного ухилом місцевості.

63. Закрита зрошувальна система з механічною водоподачею влаштовується у випадках, коли:

- а) складний рельєф місцевості;
- б) незначні ухили поверхні зрошуваної ділянки;
- в) рівень води у джерелі зрошування нижче поверхні ділянки зрошування;
- г) мають місце умови, викладені у трьох попередніх пунктах.

64. Діаметр зрошувального трубопроводу визначається за виразом:

- а) $d = \frac{Q}{V}$;
- б) $d = c\sqrt{R \cdot i}$;
- в) $d = 1130\sqrt{\frac{Q}{V}}$;
- г) $D = \frac{\omega}{x}$;

65. Оптимальна швидкість руху води в зрошувальних трубопроводах повинна бути в межах:

- а) 0,1...0,4 м/с;
- б) 0,2...1,5 м/с;
- в) 1,0...1,5 м/с;
- г) 1,2...2,6 м/с.

66. Фактична швидкість руху води в трубопроводі



встановлюється за формулою:

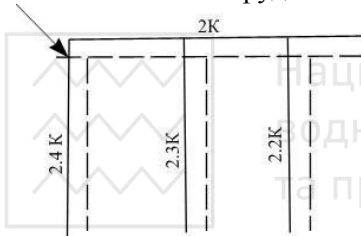
$$a) V_{\phi} = 1130\sqrt{Q/d};$$

$$б) V = \frac{Q}{2\pi d_{\text{вн}}^2};$$

$$в) V_{\phi} = \frac{4Q}{\pi d_{\text{вн}}^2};$$

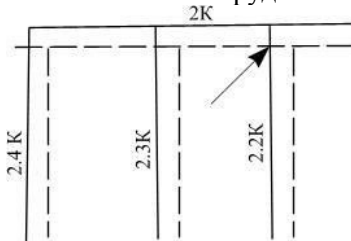
$$г) V = \frac{2Q}{\pi d_{\text{вн}}}.$$

67. На каналі 2.4 К у вказаному місці наведеної схеми має бути встановлена така споруда:



- а) водовипуск у канал з переїздом;
- б) підпірна споруда;
- в) переїзд;
- г) водовипуск у канал.

68. На каналі 2.2 К у вказаному місці наведеної схеми має бути встановлена така споруда:



- а) водовипуск у канал з переїздом;
- б) підпірна споруда з переїздом;
- в) підпірна споруда;



г) водовипуск в канал.

69. Втрати напору по довжині трубопроводу розраховуються за формулою:

$$а) h_l = \lambda \frac{V_\phi}{2g} \cdot \frac{l}{d_{зовн}};$$

$$б) h_l = \lambda \cdot \frac{V_\phi^2}{2g} \cdot \frac{l}{d_{зовн}};$$

$$в) h_l = \lambda \cdot \frac{V_\phi}{2g} \cdot \frac{l}{d_{вн}};$$

$$г) h_l = \lambda \cdot \frac{V_\phi^2}{2g} \cdot \frac{l}{d_{вн}}.$$

70. Освоєння засолених земель з несприятливими гідрогеологічними умовами доцільно здійснювати шляхом вирощування наступних сільськогосподарських культур:

- а) люцерни;
- б) озимої пшениці;
- в) рису;
- г) ріпаку.

71. Сучасна інженерна рисова зрошувальна система – це:

- а) канали і трубопроводи;
- б) поливні карти, зрошувальні і дренажно-скидні канали, ГТС, дороги, лісосмуги;
- в) рисові чеки, зрошувальна і дренажно-скидна мережа;
- г) насосна станція, зрошувальна і дренажно-скидна мережа, дороги і лісосмуги.

72. Поливна карта рисової системи – це:

- а) декілька окремих чеків;
- б) частина поля рисової сівозміни, обмежена за периметром молодшими каналами зрошувальної і дренажно-скидної мережі;
- в) спланована під одну відмітку частина рисового поля;
- г) частина рисового поля з каналами і спорудами.



73. Джерелом води для зрошування земель можуть бути:

- а) річки;
- б) підземні і стічні води;
- в) місцевий стік;
- г) всі, перераховані вище.

74. Зрошувальна здатність зарегульованого джерела зрошування визначається за виразом:

а) $F = \frac{W \cdot \eta}{m}$;

б) $Q = \frac{m \cdot F_K}{86,4 \cdot t}$;

в) $W = \frac{M \cdot F}{\eta}$;

г) $Q = \omega \cdot c \sqrt{R \cdot i}$.

75. Якість зрошувальної води – це:

- а) температура і прозорість;
- б) кількість поживних речовин і мінералізація;
- в) кількість наносів і мінералізація;
- г) температура, кількість наносів, мінералізація і хімічний склад солей.

76. Природоохоронні заходи при проведенні зрошувальних меліорацій – це:

- а) охорона ґрунтів і надр;
- б) охорона повітря;
- в) охорона флори і фауни, ландшафтів, пам'ятників;
- г) всі, перераховані вище.



Аерозольне зрошування – спосіб зрошування дрібнорозпиленими краплинами води для регулювання температури і вологості приземного шару повітря.

Аридна зона – зона недостатнього зволоження – географічна зона (територія) з сухим кліматом, недостатньою кількістю атмосферних опадів для нормального розвитку рослин і на якій ефективно землеробство неможливе без зрошування.

Вегетаційний полив – полив сільськогосподарських культур у період їхньої вегетації.

Відкрита гідромеліоративна мережа – гідромеліоративна мережа, що складається з каналів та гідротехнічних споруд.

Відкрита осушувальна мережа – осушувальна мережа, яка складається з відкритих осушувальних каналів та колекторів.

Водна меліорація – система організаційно-господарських та технічних заходів, спрямованих на докорінне поліпшення земель сільськогосподарського призначення шляхом їх зрошування чи осушування з метою підвищення врожайності та оздоровлення місцевості.

Водний режим ґрунту – зміни у часі стану вологості ґрунту протягом вегетаційного періоду.

Водозбірно-скидна мережа – система каналів, призначена для збирання і відведення з поливних ділянок у водоприймач зайвих поверхневих, а також дренажних вод і для спорожнення постійних зрошувальних каналів.

Водооборотна осушувально-зволожувальна система – осушувально-зволожувальна система, на якій для підґрунтового зрошування використовують дренажний стік цієї ж системи, заакумульований протягом періодів, коли вона діяла в режимі осушення.



Водопріймач (гідромеліоративної мережі) – водний об'єкт, западина рельєфу місцевості або зона неповного водонасичення підземних шарів гірських порід, які служать для скидання в них дренажних, промивних або надлишків зрошувальних вод.

Вологість в'янення – вологість ґрунту, за якої з'являються перші ознаки в'янення рослин з добре розвиненою кореневою системою.

Вологість ґрунту – вміст у ґрунті вологи, виражений у відсотках від маси сухого ґрунту (вагова/масова вологість) або від його об'єму (об'ємна вологість).

Вологозарядковий полив – полив, який здійснюють для збільшення у ґрунті запасів вологи до початку вегетаційного періоду.

Гідромеліоративна мережа – комплекс технологічно пов'язаних між собою гідротехнічних споруд, що становить низову ланку гідромеліоративної системи і забезпечує подавання і розподілення води безпосередньо на меліорованих землях або відведення її з цих земель.

Гідромеліоративна система, меліоративна система – комплекс технологічно пов'язаних між собою гідротехнічних споруд та технічних засобів для здійснювання водної меліорації у межах визначеної території.

Гідромодуль – середня витрата води на гектар зрошуваної площі (л/с·га).

Гідротехніка – область науки і техніки, яка охоплює питання дослідження, проектування і будівництво споруд для використання і охорони водних ресурсів, а також для запобігання шкідливої дії води.

Графік гідромодуля – графічне зображення зміни у часі ординати гідромодуля на гектар зрошуваної сівозміни.



Грунт – верхній шар земної кори, який має органо-мінеральний склад і забезпечує живлення рослин під час їхнього росту і розвитку.

Гумідна зона – зона надлишкового зволоження – географічна зона (територія) з надлишковим зволоженням внаслідок перевищення атмосферних опадів над випаровуванням, транспірацією та інфільтрацією і на якій землеробство без осушення ґрунтів малопродуктивне і нестійке.

Двостороннє регулювання водного режиму ґрунту – періодичне застосування осушення або зрошування чи підґрунтового зрошування для регулювання водного режиму ґрунту на періодично перезволожених землях залежно від погодних умов.

Джерело зрошування – водний об'єкт, який забезпечує забір необхідного об'єму води належної якості в установлені терміни для зрошування сільськогосподарських культур.

Ділянковий зрошувач – водовід-елемент провідної зрошувальної мережі, який забезпечує подавання води до поливної ділянки.

Допустима інтенсивність дощування – інтенсивність дощування, яка не перевищує поглинальну здатність ґрунту і не спричинює поверхневий стік під час поливу.

Дощувальна машина – машина, що забирає воду із закритої чи відкритої зрошувальної мережі і подає її на поле у вигляді штучного дощу.

Дощувальна машина кругової дії – автоматизована дощувальна машина, що приєднана до гідранта закритої зрошувальної мережі і здійснює полив під час обертання розподільного трубопроводу навколо гідранта.

Дощувальна машина фронтальної дії – дощувальна машина, яка переміщується по полю під прямим кутом до лінії розподільного трубопроводу і зрошує прямокутну ділянку.



Дощувальна система – сукупність технологічно пов'язаних між собою технічних засобів, призначених для транспортування та розподілення води по зрошуваній території у вигляді штучного дощу.

Дощувальна установка – установлений на гідранті закритої мережі пристрій для позиційного поливу дощуванням, який працює від тиску води в мережі.

Дощування – зрошування земель штучним дощем.

Дрена – штучно прокладений водотік у ґрунті для збирання та відведення надлишкових вод.

Дренажний стік – частина ґрунтового потоку, перехоплена дренажною мережею і відведена у водоприймач.

Закрита гідромеліоративна мережа – гідромеліоративна мережа, що складається з комплексу трубопроводів із запірною та регулювальною арматурою, а також підземних дрен та колекторів.

Закрита осушувальна мережа – осушувальна мережа, яка складається із дрен та закритих колекторів.

Захисна осушувальна мережа, загороджуюча осушувальна мережа – частина дренажної мережі, яка складається з нагірних каналів та нагірних дрен, призначена для перехоплювання поверхневих та ґрунтових вод, що надходять на осушену територію з прилеглих земель, та відведення їх у водоприймач.

Зрошування – штучне насичення ґрунту вологою для підвищення його родючості.

Зрошувальна вода – вода, призначена для поливу сільськогосподарських культур, яка за рівнем мінералізації та складом розчинених у ній речовин відповідає встановленим вимогам.

Зрошувальна мережа – гідромеліоративна мережа зрошувальної системи, яка складається з водоводів різного порядку і забезпечує підведення води до зрошуваного масиву та розподіл її між поливними ділянками.



Зрошувальна норма – сумарний об'єм води, який подають на одиницю площі поливної ділянки за усі поливи одного зрошувального періоду.

Зрошувальна система – гідромеліоративна система для зрошування сільськогосподарських культур.

Зрошувальний період – частина вегетаційного періоду від початку першого до закінчення останнього поливу на поливній ділянці у межах календарного року.

Зрошувані землі – землі, на яких здійснюють зрошування.

Інтенсивність дощування – висота шару води, що виливає дощувальна машина за одиницю часу.

Іригаційна ерозія ґрунту – розмивання або ущільнення верхнього шару ґрунту у процесі поливу.

Канал – штучне русло правильної геометричної форми похилом дна і безнапірним рухом води.

Коефіцієнт корисної дії зрошувальної мережі – відношення об'єму води, яку подано на зрошування, до об'єму води, відібраної із джерела зрошування.

Колектор – підземний трубопровід або відкритий канал, призначений для приймання води з осушувальної мережі і відведення її у водоприймач.

Комплектування графіка гідромодуля – вирівнювання графіка гідромодуля шляхом зміщення термінів та тривалості поливу окремих сільськогосподарських культур без зміни поливних норм, яке застосовують з метою забезпечення більш рівномірного подавання води у зрошувальну систему.

Кореневий шар ґрунту – верхній шар ґрунту, у якому міститься основна частина кореневої системи рослин.



Краплинне зрошування – різновид мікрозрошування, під час якого вода з поливного трубопроводу надходить до рослин через краплинні водовипуски.

Кротова дрена – кругла порожнина з незакріпленими стінками, утворена в ґрунті в результаті проходження в ньому робочого органу – дренера.

Кротування – нарізування кротових дрен як агро меліоративний прийом для поліпшування водно-повітряного режиму осушених ґрунтів та інтенсифікації роботи осушувальної мережі.

Лиманне зрошування – різновид поверхневого зрошування затопленням, при якому використовують води місцевого стоку або повеневі води шляхом їх затримування, акумулювання та розподілення на інженерно улаштованій площі лиману.

Ловильна дрена – дрена у складі захисної осушувальної мережі, призначена для перехоплювання потоку ґрунтових вод, що надходять з прилеглих земель.

Магістральний канал – основний канал гідромеліоративної системи, від якого відгалужуються (на зрошувальній системі) або до якого приєднуються (на осушувальній системі) канали меншого порядку.

Матеріальна дрена – дрена із закріпленими стінками з використанням для цього переважно гончарних, перфорованих пластмасових або інших труб.

Меліорація – система заходів, спрямованих на докорінне поліпшення природних особливостей земельних угідь з метою підвищення їхньої родючості або для інших напрямів їх господарського використання.

Меліоровані землі – землі, на яких здійснюють меліоративні заходи.



Міжполивний період – тривалість часу від моменту закінчення попереднього до початку наступного поливу.

Мікрозрошування – спосіб зрошування з дозованим подаванням води безпосередньо кожній рослині.

Модуль дренажного стоку – характеристика інтенсивності роботи дренажної мережі, виражена в об'ємі дренажного стоку за одиницю часу з одиниці дренованої площі (л/с·га).

Нагірний канал – канал захисної осушувальної мережі, призначений для захисту осушуваної території від припливу поверхневих вод з прилеглих земель.

Норма осушення – оптимальна глибина рівня ґрунтових вод від поверхні ґрунту під час осушення, яка забезпечує сприятливі умови для вирощування сільськогосподарських культур.

Обводнення земель – підвищення водозабезпеченості території у маловодних районах шляхом використання заакумльованого місцевого стоку та підземних вод або подавання води з інших районів.

Осушення – комплекс заходів, направлених на відведення у водоприймач води з поверхні землі та її надлишків із розрахункового шару ґрунту.

Осушувальна мережа дренажна мережа – гідромеліоративна мережа для приймання поверхневих та надлишків ґрунтових вод і відведення їх у водоприймач.

Осушувальна система – гідромеліоративна система для осушення земель.

Осушувально-зволожувальна система – різновид осушувально-зрошувальної системи, на якій для здійснення підґрунтового зрошування використовують наявну тут осушувальну мережу.



Осушувально-зрошувальна система – меліоративна система на періодично перезволожених землях, яка забезпечує двостороннє регулювання водного режиму ґрунту.

Передполивна вологість ґрунту – нижня межа (границя) допустимого зниження вологості ґрунту перед поливом, яку визначають за умови, щоб не було досягнуто вологості в'янення.

Передпосівний полив – полив, який здійснюють перед сівбою сільськогосподарських культур у разі недостатньої вологості верхнього шару ґрунту.

Перезволожені землі – землі з постійним підґрунтовим водним живленням та уповільненим стоком, водний режим ґрунту яких несприятливий для їх ефективного сільськогосподарського використання.

Періодично перезволожені землі – землі з атмосферним водним живленням та уповільненим стоком, водний режим ґрунту яких протягом тривалого часу після сніготанення або сильних дощів залишається несприятливим для їх ефективного сільськогосподарського використання.

Підґрунтове зрошування – спосіб зрошування, який здійснюють подаванням води у кореневий шар ґрунту шляхом підвищення рівня ґрунтових вод.

Післяпосівний полив – полив, який проводять після посіву сільськогосподарських культур у сухий ґрунт, переважно для культур літнього посіву.

Поверхнєве зрошування – спосіб зрошування з розподіленням води поверхні поливної ділянки.

Полив – одноразове штучне зволоження ґрунту на задану глибину та (або) приземного шару повітря.



Полив затопленням – поверхневий полив ґрунту шляхом заповнювання водою поливних чеків.

Полив напуском по смугах – поверхневий полив ґрунту для зрошування культур суцільного посіву з подаванням води на поливні смуги.

Полив по борознах – поверхневий полив ґрунту для зрошування просапних культур з розподілянням води на поливній ділянці по борознах.

Поливна борозна – борозна, яка забезпечує зволоження ґрунту шляхом просочування води через її укоси та дно.

Поливна ділянка – частина зрошуваної території, яка одержує воду від одного зрошувача і на якій полив проводять за однією технологією.

Поливна мережа – низова ланка зрошувальної мережі, розташована на полі і призначена для розподілення води по площі поливної ділянки.

Поливна норма – об'єм води, який подають на одиницю площі поливної ділянки за один полив.

Поливна смуга – різновид поливної мережі у вигляді обвалованої смуги землі, яку затоплюють потоком для просочування води у ґрунт.

Поливна техніка – сукупність машин, механізмів та допоміжних засобів для здійснювання поливу.

Поливний чек – обвалована частина поливної ділянки, на якій полив здійснюють затопленням.

Польдерна осушувальна система, польдер – осушувальна система, яка розташована нижче рівня води у водоприймачі, і має у своєму складі захисні дамби по периметру осушеної території та



насосну станцію (або декілька насосних станцій) для відкачування дренажного стоку у водоприймач.

Провідна гідромеліоративна мережа – частина гідромеліоративної мережі, призначена для подачі води в регулюючу мережу на зрошувальній системі або для приймання дренажних вод з осушувальної мережі і відведення їх до водоприймача на осушувальній системі.

Протизаморозковий полив – полив дощуванням для захисту рослин від короткочасних приморозків.

Регулююча гідромеліоративна мережа – частина гідромеліоративної мережі, призначена для безпосереднього подавання води у ґрунт або відбирання її з ґрунту для підтримування його вологості у заданих межах.

Регулююча споруда, регулятор – гідротехнічна споруда на гідромеліоративній системі, призначена для регулювання рівнів або витрат води при її забиранні, розподіленні або відведенні.

Регулювання водного режиму ґрунту – підтримання вологості ґрунту в оптимальному для розвитку рослин діапазоні меліоративними заходами (зрошуванням, осушенням).

Режим зрошування – сукупність норм і строків поливів.

Режим осушення – сукупність показників водного режиму ґрунту, які визначають оптимальні умови вирощування сільськогосподарських культур на осушених землях.

Рисова система – комплекс технологічно пов'язаних між собою гідротехнічних споруд, який забезпечує подавання води на рисові чеки, підтримування необхідного рівня води в чеках та водовідведення після закінчення періоду вегетації рису.

Рисовий чек – обнесена земляними дамбами ретельно спланована ділянка рисової системи, на якій підтримують заданий



Рівень ґрунтових вод – висотне положення вільної поверхні ґрунтових вод у певній точці.

Розподільна борозна вивідна борозна – борозна, призначена для виведення води із тимчасового зрошувача у поливні борозни.

Розрахункова забезпеченість зрошування – імовірність перевищення прийнятого у проєкті зрошувальної системи розрахункового рівня забезпеченості посівів водою (у відсотках числа років за багаторічний період).

Система краплинного зрошування – сукупність технологічно пов'язаних між собою технічних засобів, призначених для транспортування та розподілення води по площі за допомогою краплинних водовипусків.

Скидна гідромеліоративна мережа – частина гідромеліоративної мережі, призначена для відведення надлишкової води із зрошувальної або осушувально-зрошувальної системи.

Спосіб зрошування – прийом розподілення води на поливній ділянці, який забезпечує перетворення водного потоку на ґрунтову вологу.

Сумарне водоспоживання евапотранспірація – сумарний об'єм води, що витрачається на транспірацію рослин та випаровування з поверхні ґрунту за певний період з одиниці площі.

Технологія поливу – послідовність та параметри проведення виробничих операцій під час поливу.

Тимчасовий зрошувач – ділянковий зрошувач у вигляді відкритого каналу в земляному руслі, який нарізують перед поливом і зарівнюють для забезпечення безперешкодної роботи сільськогосподарської техніки на поливній ділянці протягом



міжполивних періодів, а також після закінчення зрошувального періоду.

Удобрювальний полив – полив водою з розчиненими у ній поживними речовинами.

Чек – огорожена земляними валками або дамбами ретельно вирівняна ділянка, яку заливають водою.

Шлюз-регулятор – відкрита регулююча споруда на каналі, обладнана затворами для регулювання рівня і витрат води шляхом зміни площі отвору.

Шлюзування – зменшення або припинення за допомогою шлюзів-регуляторів дренажного стоку з осушувальної мережі з метою підтримування необхідного рівня ґрунтових вод.





Література

1. ДБН В.2.4.-1-99 “Меліоративні системи та споруди”. – К. : 2000. – 176 с.
2. Гончаров С. М. Сельскохозяйственные гидротехнические мелиорации / под ред. Гончарова С. М., Коробченко С. М. – Львов : “Вища школа”, 1988. – 389 с.
3. Гончаров С. М. Сільськогосподарські меліорації /за ред. С. М. Гончарова, Г. С. Потоцького.: Підручник – К. : «Вища школа», 1991. – 389 с.
4. Шумаков Б. Б. Мелиорация и водное хозяйство. Часть 6. Орошение. Довідник / Под ред. Б. Б. Шумакова. – М. : Агропромиздат, 1990. – 415 с.
5. Лазарчук М. О. Осушения земель. – К. : 1997. – 224 с.
6. Проектування осушувальних систем з основами САПР. Практикум (Лазарчук М. О., Рокочинський А. М., Черенков А. В.). – К. : ІСДО, 1994. – 408 с.
7. Олейник А. Я. Дренаж переувлажненных земель /А. Я. Олейник, В. Л. Поляков / – К. : Наукова думка, 1987. – 280 с.
8. Дупляк В. Д. Організація і технологія проектно-вишукувальних робіт в водогосподарському будівництві. – К., 1995. – 186 с.
9. Петренко А. И. Основы построения систем автоматизированого проектирования / А. И. Петренко, О. И. Семенов /: Учебник. – К. : Главное издательство «Вища школа», 1984. – 296 с.
10. Дикаревский В. С. Устройство закрытых оросительных систем. Трубы, арматура, оборудование: [Справочник] / Под ред. В. С. Дикаревского / – М. : Агропромиздат, 1986. – 255 с.
11. Механизация полива: [Справочник] – М. : Агропромиздат, 1990. – 336 с.
12. Закон України «Про меліорацію земель» / Урядовий кур’єр. – 2000. – № 29. – С. 3–10.
13. Технические указания по оптимизации параметров горизонтального дренажа на основании экономико-математического расчета при проектировании осушительных систем в Украинской ССР: НТД 33.63-090-89. – К.,1989. – 28 с.
14. Технические указания по проектированию на ЭВМ расчетных режимов увлажнения сельскохозяйственных культур на



Національний університет

водного господарства

системах двустороннего действия Украинской ССР: НТД 33.63-089-89. – К., 1990. – 15 с.

15. Оптимизация мелиоративных режимов орошаемых и осушаемых земель /рекомендации/ – М. : Агропромиздат, 1990. – 60 с.

16. Штепа Б. Г. Методы системного анализа в мелиорации и водном хозяйстве /Под ред. Б. Г. Штепы. – Л. : Гидрометеоздат, 1983. – 262 с.

17. Костяков А. Н. Основы мелиорации. – М. : Сельхозгиз. 1960. – 622 с.



Національний університет
водного господарства
та природокористування



Алфавітний покажчик авторів:

редакційна група:

Рокочинський А.М. – доктор технічних наук, професор, зав. кафедри природооблаштування та гідромеліорацій, Національний університет водного господарства та природокористування;

автори:

1. **Бадинський Леонід Олексійович** – кандидат технічних наук, ст. викладач кафедри природооблаштування та гідромеліорацій, Національний університет водного господарства та природокористування;

2. **Волк Павло Павлович** – кандидат технічних наук, ст. викладач кафедри природооблаштування та гідромеліорацій, Національний університет водного господарства та природокористування;

3. **Волошин Віталій Павлович** – доцент кафедри природооблаштування та гідромеліорацій, Національний університет водного господарства та природокористування;

4. **Востріков Володимир Петрович** – кандидат технічних наук, професор кафедри водогосподарського будівництва та експлуатації гідромеліоративних систем, Національний університет водного господарства та природокористування;

5. **Громаченко Сергій Юрійович** – кандидат технічних наук, доцент кафедри природооблаштування та гідромеліорацій, Національний університет водного господарства та природокористування;

6. **Живиця Володимир Антонович** – кандидат технічних наук, доцент кафедри природооблаштування та гідромеліорацій, Національний університет водного господарства та природокористування;

7. **Засць Віталій Вадимович** – аспірант кафедри природооблаштування та гідромеліорацій, Національний університет водного господарства та природокористування;

8. **Козішкурт Микола Єфремович** – доцент кафедри природооблаштування та гідромеліорацій, Національний університет водного господарства та природокористування;

9. **Козішкурт Світлана Миколаївна** – кандидат технічних



наук, доцент кафедри природооблаштування та гідромеліорацій, Національний університет водного господарства та природокористування;

10. **Коптюк Роман Миколайович** – кандидат технічних наук, доцент кафедри природооблаштування та гідромеліорацій, Національний університет водного господарства та природокористування;

11. **Кропивко Сергій Максимович** – кандидат технічних наук, доцент кафедри природооблаштування та гідромеліорацій, Національний університет водного господарства та природокористування;

12. **Мендусь Петро Ілліч** – кандидат технічних наук, доцент кафедри природооблаштування та гідромеліорацій, Національний університет водного господарства та природокористування;

13. **Мендусь Сергій Петрович** – кандидат технічних наук, доцент кафедри природооблаштування та гідромеліорацій, Національний університет водного господарства та природокористування;

14. **Муранов Володимир Георгійович** – кандидат технічних наук, доцент кафедри природооблаштування та гідромеліорацій, Національний університет водного господарства та природокористування;

15. **Приходько Наталія Володимирівна** – аспірант кафедри природооблаштування та гідромеліорацій, Національний університет водного господарства та природокористування;

16. **Сапсай Григорій Іванович** – кандидат технічних наук, доцент кафедри природооблаштування та гідромеліорацій, Національний університет водного господарства та природокористування;

17. **Теслюкевич Анатолій Степанович** – кандидат технічних наук, доцент кафедри природооблаштування та гідромеліорацій, Національний університет водного господарства та природокористування;

18. **Шалай Сергій Васильович** – кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри природооблаштування та гідромеліорацій, національний університет водного господарства та природокористування.



Національний університет
водного господарства
та природокористування

Навчальне видання

*Рокочинський Анатолій Миколайович
Сапсай Григорій Іванович
Муранов Володимир Георгійович
Мендусь Петро Ілліч
Теслюкевич Анатолій Степанович*

ОСНОВИ ГІДРОМЕЛІОРАЦІЙ



Національний університет
Навчальний посібник
водного господарства
та природокористування

Дизайн обкладинки

Т.В. Жаранова

Технічна перевірка

Г.Ф. Сімчук

Підписано до друку 29.01.2013 р. Формат 60×84 ¹/₁₆.
Папір друкарський № 1. Гарнітура Times. Друк різнографічний.
Ум.-друк. арк. 14,8. Обл.-вид. арк. 15,5.
Тираж 300 прим. Зам. № 3896.

*Видавець і виготовлювач
Редакційно-видавничий відділ
Національного університету
водного господарства та природокористування
33028, Рівне, вул. Соборна, 11.*

*Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до державного
реєстру видавців, виготівників і розповсюджувачів видавничої
продукції РВ № 31 від 26.04.2005 р.*