

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

01-01-70М

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до лабораторних занять і самостійної роботи
з навчальної дисципліни «Системи ландшафтного зрошення»
для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за
освітньо-професійною програмою
«Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні
технології» спеціальності 194 «Гідротехнічне будівництво,
водна інженерія та водні технології»
денної та заочної форм навчання

Затверджено на засіданні
науково-методичної ради
з якості ННІ ЕАВГ
Протокол № 4 від 17.12.2024 р.

Рівне – 2024

Методичні вказівки до виконання лабораторних занять і самостійної роботи з навчальної дисципліни «Системи ландшафтного зрошення» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою «Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології» спеціальності 194 «Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології» денної та заочної форм навчання [Електронне видання] / Козішкурт С. М., Турченко В. О. – Рівне : НУВГП, 2024. – 41 с.

Укладачі:

Козішкурт С. М., к.т.н, доцент кафедри водної інженерії та водних технологій,

Турченко В. О., д.т.н., завідувач кафедри водної інженерії та водних технологій.

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

Керівник (гарант) освітньої програми :

Клімов С. В.

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

ЗМІСТ

Передмова.....	4
Лабораторна робота 1. Вивчення основних елементів автоматичної та напівавтоматичної системи ландшафтного зрошення	5
Лабораторна робота 2. Вивчення будови та основних параметрів дощувачів.....	8
Лабораторна робота 3. Визначення інтенсивності дощу спринклерних зрошувачів.....	12
Лабораторна робота 4. Вивчення будови та конструктивних елементів крапельниць і краплинних стрічок	13
Лабораторна робота 5. Визначення геометричних параметрів зони промочування ґрунту в умовах крапельного поливу	17
Лабораторна робота 6. Сучасні види шлангів і фітінги для поливу	18
Лабораторна робота 7. Вибір та розрахунок параметрів дощувачів для ландшафтного зрошення.....	21
Лабораторна робота 8. Вивчення функцій та принципу роботи контролера автоматизованого поливу.....	24
Лабораторна робота 9. Підбір насоса та редуктора для автоматичного поливу	27
Лабораторна робота 10. Консервація та розконсервація системи спринклерного зрошення	30
Лабораторна робота 11. Монтаж і демонтаж системи краплинного зрошення	32
Лабораторна робота 12. Вивчення будови та принципу роботи шланго-барабанних дощувальних установок	34
Лабораторна робота 13. Встановлення іригаційних показників води для ландшафтного зрошення.....	36
Самостійна робота	38
Рекомендована література.....	40

Передмова

Для забезпечення сталого розвитку ландшафтів та ефективного використання водних ресурсів необхідно впроваджувати сучасні технології автоматичного зрошення.

Метою навчальної дисципліни «Системи ландшафтного зрошення» є формування у студентів практичних навичок та теоретичних знань з проєктування, монтажу, обслуговування і налаштування різних видів зрошувальних систем, включаючи системи спринклерного та краплинного поливу.

Завдання дисципліни:

- ознайомити студентів з основами ландшафтного зрошення та його різновидами;
- навчити принципам роботи та конструкції основних елементів систем автоматичного поливу;
- розвинути навички вибору, налаштування та обслуговування зрошувальних пристроїв і обладнання.

Студент повинен знати:

- принципи функціонування різних типів зрошувальних систем;
- основні параметри дощувачів і крапельниць та їх вплив на інтенсивність і рівномірність зволоження;
- правила підбору насосного обладнання, фітінгів, шлангів і додаткових компонентів зрошувальних систем;
- особливості зволоження ґрунтів різних типів та умови їх ефективного зрошення.

Студент повинен вміти:

- проводити монтаж і демонтаж обладнання для автоматичного поливу;
- визначати геометричні параметри зволених зон при краплинному та спринклерному зрошенні;
- налаштовувати контролери та обирати відповідні параметри дощувачів за каталогами;
- аналізувати дані про характеристики зрошувальної води.

Вказівки містять теоретичний і довідковий матеріали для вивчення основних елементів автоматичного поливу, принципів проєктування спринклерних і крапельних автоматичних систем зрошення та ін.

Лабораторна робота 1.

Вивчення основних елементів автоматичної та напівавтоматичної системи ландшафтного зрошення

Мета лабораторної роботи: ознайомитися з будовою та основними елементами системи автоматичного та напівавтоматичного ландшафтного зрошення. Сформувати базові уявлення про принцип роботи кожного елемента системи та їхню взаємодію.

Завдання лабораторної роботи: вивчити основні елементи автоматичної та напівавтоматичної системи поливу. Визначити функціональне призначення кожного елемента. Проаналізувати будову та загальний принцип роботи систем автоматичного й напівавтоматичного поливу. Порівняти особливості функціонування обох систем.

Обладнання та матеріали:

Діюча модель системи автоматичного ландшафтного зрошення. Діюча модель системи напівавтоматичного ландшафтного зрошення.

Теоретичні відомості.

Автоматична система поливу – комплекс обладнання, спільна робота якого дозволяє здійснювати зрошення території певної площі в автоматичному режимі (без контролю і втручання з боку людини) за заздалегідь встановленим графіком.

Напівавтоматична система поливу відрізняється від автоматичної тим, що окремі етапи зрошення (наприклад, ввімкнення або зміна зон поливу) виконуються вручну.

Основні елементи системи автоматичного поливу:

- контролер – центральний блок управління, який забезпечує точне дозування води та автоматизацію графіків поливу;
- насос або інший засіб водозабору забезпечує подачу води до системи;
- мережа трубопроводів транспортує воду до зон поливу;
- електромагнітні клапани розподіляють воду між зонами зрошення;

- розпилувачі води рівномірно розподіляють воду по площі;
- сенсори (кліматичні, ґрунтові) коригують режим роботи системи, забезпечуючи оптимальний розподіл води;
- фільтраційне обладнання забезпечує очищення води від домішок, що знижує зношення обладнання;
- накопичувальна ємність гарантує безперервне водопостачання системи;
- програмні рішення – мобільні застосунки або комп’ютерні програми для віддаленого керування системою.

Особливістю напівавтоматичної системи є відсутність автоматичного контролера, замість якого використовується ручне керування клапанами або насосом.

Хід роботи.

1. Розгляньте моделі автоматичної та напівавтоматичної систем поливу.
2. Опишіть всі основні елементи кожної системи.
3. Проаналізуйте функціональні особливості елементів.
4. Простежте за роботою системи в автоматичному режимі та порівняйте з ручним керуванням напівавтоматичної системи.
5. Накресліть спрощену схему кожної системи, позначивши основні компоненти.

Контрольні запитання.

1. У чому полягає основна відмінність між автоматичною та напівавтоматичною системами поливу?
2. Які основні елементи входять до складу обох систем?
3. Яку роль відіграють сенсори у функціонуванні автоматичної системи?
4. Чи можна інтегрувати автоматизацію в напівавтоматичну систему?
5. Як датчики ґрунту та клімату впливають на роботу системи поливу?

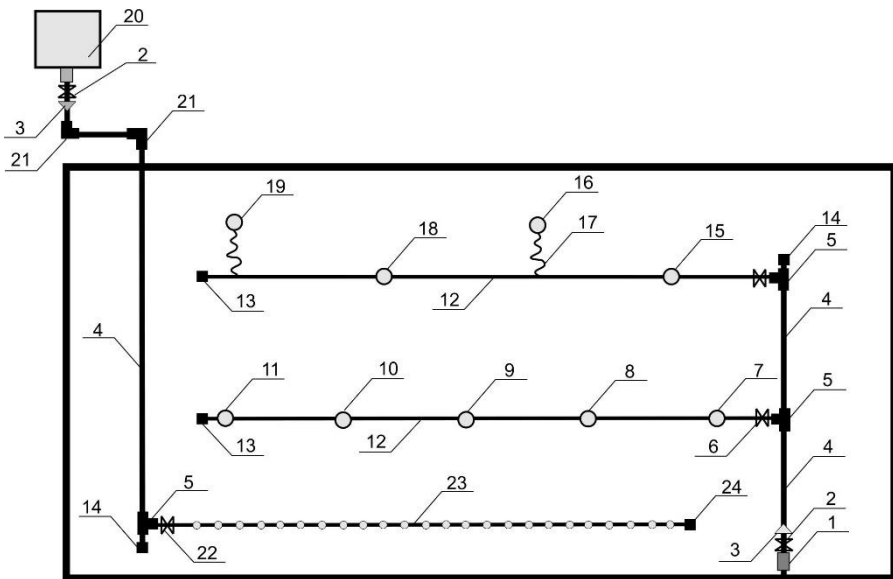


Рис. 1. Схема діючої моделі системи напівавтоматичного ландшафтного зрошення:

- 1 – сітчастий фільтр грубого очищення води; 2 – кран ВР3/4" Fado; 3 – перехід НР 3/4" на ВР 1" (фітинг-з'єднувач) з компресійною муфтою 25 x 3/4" НР; 4 – труба ПЕ PN 10 25 мм x 2.0 мм; 5 – трійник компресійний ВР 25 на 25 мм (фітинг-з'єднувач); 6 – мінікран для ПЕ 1/2"НР-0,16; 7 – компенсована крапельниця Irrites 2,2 л/год; 8 – компенсована крапельниця Irrites 4 л/год; 9 – компенсована крапельниця Irrites 6 л/год; 10 – компенсована крапельниця Irrites 8 л/год; 11 – мікрозрошувач (крапельниця) 0...7,5 л/год; 12 – поліетиленова трубка 16 мм (2,5 Атм); 13 – заглушка 16 мм; 14 – заглушка 25 мм; 15 – мікродощувач з регульованою витратою 0...40 л/год Irrites iDrop; 16 – мікродощувач з регульованою витратою 0...40 л/год на стійці Irrites iDrop; 17 – мікротрубочка 4x6 мм; 18 – мікророзпилювач Aquila Jets; 19 – мікророзпилювач на стійці JS-180 Rain Bird; 20 – ємність із водою; 21 – кут компресійний 25-25 (фітинг-з'єднувач); 22 – стрічка 18 мм OSTGL161810-085-1000; 23 – клапан водовипуск у стрічку P3 1/2"DSTZ04-1712L; 24 – заглушка 18 мм

Лабораторна робота 2.

Вивчення будови та основних параметрів дощувачів

Мета лабораторної роботи: набути практичних навичок визначення типів дощувачів, аналізу їхньої будови та основних характеристик.

Завдання лабораторної роботи: визначити тип кожного дощувача на моделі, обґрунтувавши свій вибір. Розглянути основні елементи кожного дощувача, описати їхні функції. Порівняти різні типи дощувачів за їхніми характеристиками.

Обладнання та матеріали: різні типи дощувачів (діюча модель ландшафтного зрошення), рулетка, лінійка.

Теоретична частина.

Дощувачі поділяються на різновиди залежно від багатьох факторів: спосіб розпилення, радіус дії, витрата води, розмір крапель, інтенсивністю дощу (рис. 2).

Залежно від *типу форсунки* дощувачі поділяють на:

- статичні – нерухомі, розрізняють ротаторні та віялові;
- роторні – мають рухомий механізм, завдяки якому струмінь води обертається по заданій площі;
- імпульсні – використовується відсікач, який розбиває воду, а поворотний механізм забезпечує її рівномірний розподіл;
- осцилюючі (осцилятори) для прямокутних ділянок із невисокими рослинами;
- мікродощувачі (баблери) – застосовуються для поливу дерев та великих кущів.

Залежно від *способу установки* дощувачі поділяються на дві категорії: висувні та невисувні (рис. 3).

Особливості конструкції дощувачів.

– статичний дощувач складається з корпусу і вбудованого штоку на пружині. Коли на дощувач подається вода під тиском, шток піднімається над поверхнею ґрунту. Вода розбризкується через форсунки в заданому секторі від 0° до 360° і радіусі від 1,5 до 11 м. Після припинення подачі води пружина швидко затягає шток в корпус (рис. 4, п. 1);

– роторний зрошувач складається з корпусу і вбудованого штоку на пружині. Під тиском води механізм всередині штока обертає його навколо вертикальної осі (має нарізні жолобки). Сопло на обертовому штоку викидає струмінь води в межах встановленого сектора поливу. У комплектацію ротора можуть входити різні сопла, які забезпечують дальність розкидання води від 5 до 60 м і більше. По висоті роторний дощувач може бути в діапазоні 11...43 см (рис. 4, п. 2).



віяловий (щілинний)



ротаторний



роторний



імпульсний



осцилятор



баблер

Рис. 2. Види дощувачів залежно від типу форсунки



1

2

Рис. 3. Висувний дощувач:

1 – положення дощувача у ґрунті до поливу; 2 – положення дощувача у процесі поливу.



1

2

Рис. 4. Конструкція дощувачів: 1 – статичний, 2 – роторний

Залежно від конфігурації поливу дощувачі поділяються на дві категорії: кругові та смугові. Кругові розрізняються по сектору поливу. Форсунки з сектором 360° не регулюються. Форсунки з сектором $90\dots210^\circ$ або $210\dots270^\circ$ дозволяють регулювати ширину потоку в зазначених межах. Смугові форсунки не регулюються. Вони призначені для зрошення вузьких ділянок (рис. 5).

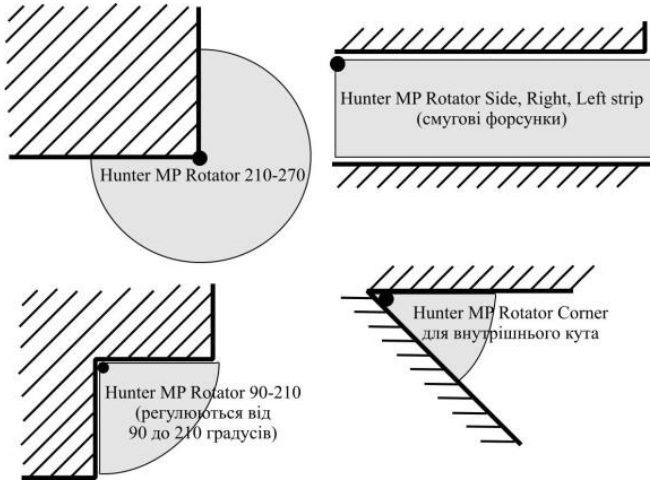


Рис. 5. Сектори поливу форсунками Hunter

Хід роботи.

1. Візуально оглянути кожен дощувач, звернувши увагу на його конструкцію та розміри.
2. Визначити тип кожного дощувача за характерними ознаками на діючій моделі ландшафтного зрошення.
3. Описати конструктивні особливості кожного типу дощувача: корпус, шток, форсунки, механізми обертання.
4. Порівняти розміри, матеріали виготовлення та загальний вигляд різних дощувачів.
5. Визначити радіус та сектор поливу.

Контрольні запитання:

1. На які основні групи поділяються дощувачі за способом установки?
2. Чим відрізняється роторний дощувач від статичного?
3. Як вибрати оптимальний радіус поливу для дощувача?
4. Які конструктивні особливості кожного типу дощувача?

Лабораторна робота 3.

Визначення інтенсивності дощу спринклерних зрошувачів

Мета лабораторної роботи: набути практичних навичок визначення інтенсивності дощу, що створюється спринклерними зрошувачами, та аналізу факторів, що на неї впливають.

Завдання лабораторної роботи: визначити інтенсивність дощу для різних зрошувачів. Оцінити рівномірність розподілу води по поливній площі.

Обладнання та матеріали: спринклерні зрошувачі, ємності для збору води (бюкси), секундомір.

Теоретичні відомості.

Інтенсивність дощу – це кількість води, яка випадає на одиницю площі за одиницю часу. Фактично, це швидкість, з якою вода надходить на поверхню. Вимірюється у міліметрах за годину (мм/год).

Інтенсивність дощу є важливим параметром при проектуванні іригаційних систем, оскільки впливає на швидкість змочування ґрунту, випаровування, стікання води та інші процеси.

Фактори, що впливають на інтенсивність дощу спринклерних зрошувачів.

Конструкція зрошувача. Форма сопла, розмір отворів, кут розпилення – все це впливає на характер розподілу води і, як наслідок, на інтенсивність дощу.

Тиск води. Чим більший тиск води в системі, тим більша швидкість витікання води з сопла зрошувача і, відповідно, більша інтенсивність дощу.

Діаметр трубопроводів. Діаметр трубопроводів впливає на втрати тиску в системі і, як наслідок, на інтенсивність дощу.

Інтенсивність дощу спринклерних зрошувачів визначається за формулою

$$I = \frac{V}{F \cdot t}, \text{ мм/год,}$$

де V – об'єм зібраної води, м^3 , F – площа змочування, м^2 , t – час поливу, год.

Хід роботи.

1. Включити зрошувач.
2. Розмістити ємності для збору води (бюкси).
3. Записати час, упродовж якого зрошувач працює, та виміряти об'єм води, що зібрався в кожній ємності.
4. Визначити інтенсивність дощу (табл. 1).
5. Виконати вимірювання для іншого зрошувача.

Таблиця 1

Визначення інтенсивності дощу

Тип зрошувача	Відстань від зрошувача, см	Об'єм зібраної води, мл	Площа змочування, см ²	Час роботи, с	Інтенсивність дощу, мм/год

Контрольні запитання.

1. Що таке інтенсивність дощу?
2. Які фактори впливають на інтенсивність дощу, що створюється зрошувачем?
3. Яким чином визначається інтенсивність дощу?
4. Яке значення має інтенсивність дощу для ефективності зрошування?

Лабораторна робота 4.

Вивчення будови та конструктивних елементів крапельниць і краплинних стрічок

Мета лабораторної роботи: отримати практичні навички роботи з різними типами крапельниць і краплинних стрічок, що використовуються в системах крапельного зрошення. Вивчити їх будову, функціональні особливості та принципи роботи. Порівняти ефективність різних типів крапельниць та стрічок.

Завдання лабораторної роботи: визначити основні конструктивні елементи крапельниць і краплинних стрічок. Порівняти різні типи крапельниць за принципом роботи та характеристиками.

Обладнання та матеріали: діюча модель ландшафтного зрошення, різні типи крапельниць, краплинні стрічки, лінійка.

Теоретичні відомості.

Крапельне зрошення – це метод поливу рослин, при якому вода подається безпосередньо до кореневої зони у вигляді крапель. Основними компонентами систем крапельного зрошення є крапельниці та краплинні стрічки.

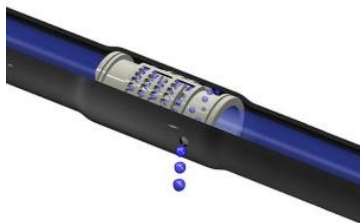
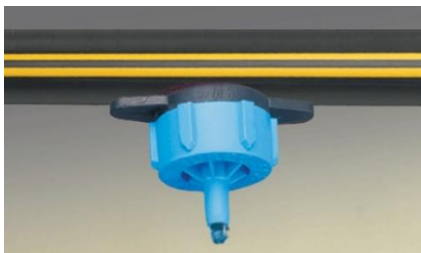
Крапельниці – це пристрої, що забезпечують дозоване постачання води. Вони відрізняються за способом регулювання витрати води, режимом її подачі, формою, розмірами та іншими конструктивними особливостями.

Зовнішні крапельниці (*on-line*) кріпляться до стінки краплинної трубки за допомогою спеціальних зубців, які вставляються в попередньо виконані отвори на стінці трубки. Їхньою перевагою є можливість встановлення в будь-якому місці, де це потрібно для рослин (рис. 7, п. 1).

Вбудовані (інтегровані) крапельниці (*in-line*) є маленькими пластиковими емітерами, які попередньо вмонтовані в ПВХ-шланг на певній відстані одна від одної. Вони виконують аналогічні функції, що й зовнішні крапельниці, але є частиною готової конструкції (рис. 7, п. 2).

Обидва види крапельниць дозволяють адаптувати систему зрошення до різних умов і забезпечувати ефективне використання води.

Щілинна крапельниця для краплинної стрічки (рис. 8, п. 1) забезпечує подачу води завдяки спеціальному лабіринту, розташованому всередині конструкції по всій її довжині. Вода виходить через отвори, які знаходяться у визначених місцях стрічки. Щілинна конструкція гарантує рівномірний розподіл води на ділянці. Однак для використання такої стрічки необхідний якісний фільтр, щоб уникнути засмічення системи.



Зовнішня крапельниця (on line) Вбудована крапельниця (in line)

Рис. 7. Краплинні трубки.

Емітерна крапельниця для краплинної стрічки (рис. 8, п. 2) забезпечує подачу води за рахунок вбудованих плоских емітерів. Ці маленькі крапельниці формують спеціальні потоки, що робить систему менш чутливою до якості води та знижує потребу у високому ступені її фільтрації.



Щілинна крапельниця



Емітерна крапельниця

Рис. 8. Види крапельниць для краплинних стрічок

Розрізняють крапельниці з *регульованою (компенсовані) та нерегульованою (некомпенсовані)* витратою води. Компенсовані крапельниці забезпечують стабільну витрату води в заданому діапазоні робочого тиску, тоді як у некомпенсованих витрата води залежить від тиску.

Краплинні стрічки – це стрічки з отворами або вбудованими лабіринтовими каналами (емітерами), через які подається вода. Вони виготовляються з матеріалів, таких як поліетилен чи поліпропілен, і можуть мати різний діаметр.

Краплинні стрічки випускаються у кількох варіантах: емітерні, щілинні, лабіринтові, а також у моделях для стандартного та підвищеного (компенсованого) тиску.

Стрічки можна монтувати як на поверхні землі, так і під землею. Їх застосування залежить від умов – вони можуть використовуватися впродовж кількох сезонів із демонтажем після кожного сезону або залишатися в ґрунті на зиму.

Критерії вибору крапельниць і краплинних стрічок залежать від характеристик культур, природно-кліматичних умов та особливостей ділянки. Основними параметрами для вибору є: товщина та діаметр стрічки, відстань між крапельницями, витрата води, спосіб висадки рослин.

Відстань між крапельницями відіграє важливу роль у підборі стрічки для конкретних культур. Вона також визначає спосіб посадки рослин: в один чи в два ряди. Вибір способу висадки та виду культури безпосередньо впливає на витрату води системою.

Хід роботи.

1. Детально оглянути кожен тип крапельниць і краплинної стрічки, визначити тип крапельниць.
2. Виміряти розміри крапельниць і стрічок (діаметр, довжина, відстань між отворами на стрічці).
3. Розглянути внутрішню будову крапельниць.
4. Порівняти характеристики різних типів крапельниць і стрічок (витрата води, рівномірність поливу, стійкість до засмічення тощо).
5. Зробити висновки про переваги і недоліки кожного типу.

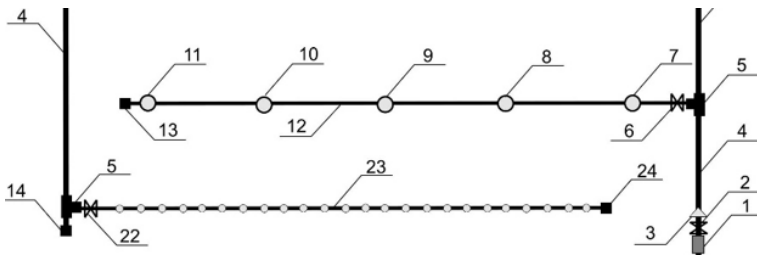


Рис. 6. Фрагмент моделі ландшафтного зрошення із крапельницями та крапельною стрічкою

Контрольні запитання:

1. Які бувають типи крапельниць?
2. Яка функція краплинних стрічок?
3. Які фактори впливають на розподіл води в ґрунті при крапельному зрошенні?

Лабораторна робота 5.

Визначення геометричних параметрів зони промочування ґрунту в умовах крапельного поливу

Мета лабораторної роботи: дослідити процес інфільтрації води в ґрунт за умов крапельного зрошення. Визначити геометричні параметри зони промочування.

Завдання лабораторної роботи: встановити геометричні параметри зони промочування (глибину та ширину). Проаналізувати вплив тривалості поливу на параметри зони промочування.

Обладнання та матеріали: фільтраційний скляний лоток, лінійка, крапельна трубка або крапельна стрічка, секундомір, вологомір.

Теоретичні відомості.

Зона промочування – це об'єм ґрунту, насичений водою після поливу (рис. 9). Її геометричні параметри (глибина і ширина) залежать від:

- типу ґрунту,
- інтенсивності поливу,
- тривалості поливу,
- фізико-механічних властивостей ґрунту.

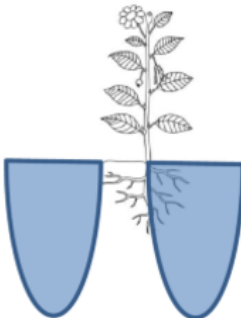


Рис. 9. Зона промочування ґрунту при крапельному зрошенні

Хід роботи.

1. Здійснити полив ґрунту крапельним способом, фіксуючи час подачі води (5 хв).
2. Визначити глибину і ширину зони промочування.
3. Повторити полив із іншою тривалістю (10 хв, 15 хв).
4. Визначити глибину і ширину зони промочування.
5. Зафіксувати вологість ґрунту в різних точках за допомогою вологоміра, щоб підтвердити насичення. Записати дані вимірювань у таблицю (табл. 2).

Таблиця 2

Визначення геометричних параметрів зони промочування ґрунту

Тривалість поливу, хв	Глибина зони промочування, см	Ширина зони промочування, см	Вологість ґрунту, %
5			
10			
15			

Контрольні запитання:

1. Що таке зона промочування?
2. Які фактори впливають на геометричні параметри зони промочування?
3. Як визначити глибину і ширину зони промочування?
4. Яке значення має зона промочування для рослин?

Лабораторна робота 6.

Сучасні види шлангів і фітинги для поливу

Мета лабораторної роботи: ознайомитися з різноманітністю шлангів та фітингів для поливу. Вивчити конструктивні особливості та матеріали, з яких виготовляються шланги та фітинги. Навчитися підбирати оптимальні типи шлангів та фітингів для різних умов експлуатації.

Завдання лабораторної роботи: визначити типи шлангів. Вивчити різновиди фітингів, їх призначення. Порівняти матеріали виготовлення. Оцінити міцність і гнучкість шлангів. Перевірити герметичність з'єднань. Скласти схему простої системи поливу.

Обладнання та матеріали: різні види шлангів, фітинги для шлангів (муфти, з'єднувачі, трійники тощо), лінійка.

Теоретичні відомості.

Шланги для поливу – це гнучкі труби, які використовуються для подачі води до місця поливу. Шланги для поливу відрізняються за матеріалом, кількістю шарів та діаметром (рис. 10).



Рис. 10. Шланги: 1 – гнучкий, ПВХ; 2 – армований, ПВХ

За матеріалом:

- полівінілхлорид (ПВХ). Найпоширеніший варіант завдяки своїй гнучкості, легкості та доступній ціні. ПВХ шланги стійкі до ультрафіолету та більшості хімікатів;

- гума. Більш міцні та довговічні, але важчі та менш гнучкі;

- латекс. Мають високу еластичність та гладку внутрішню поверхню, що запобігає утворенню відкладень;

- армовані. Усилені металевою спіраллю, більш міцні та витримують високий тиск.

За кількістю шарів: одношарові та багат шарові.

Для монтажу систем автополиву використовуються труби з ПВХ низького тиску. Виробляються кілька діаметрів труб, кожному з яких відповідає певний електромагнітний клапан, що забезпечує задані витратні характеристики (табл. 3).

Співвідношення труб та клапанів

Труба ПНТ (поліетилен низького тиску), мм	Клапан, дюймів	Витрата, л/год
25	3/4"	1800
32	1"	3200
40	1 1/4"	5000
50	1 1/2"	7700
63	2"	12000

Фітинги – це невід'ємна частина будь-якої системи трубопроводів, включаючи системи поливу. Вони служать для з'єднання труб різного діаметру, зміни напрямку трубопроводу, установки запірної арматури та інших елементів. Завдяки різноманітності форм і матеріалів, фітинги дозволяють створювати складні трубопровідні системи будь-якої конфігурації (рис. 11).

Фітинги класифікують за різними ознаками.



Рис. 11. Фітинги: 1- муфта, 2 – кутовик, 3 – трійник, 4 – хрестовина, 5 – перехідник, 6 – заглушка для труб

За матеріалом:

- металеві (чавунні, сталеві, латунні). Відрізняються міцністю і довговічністю, але мають значну вагу;
- пластикові (поліпропіленові, ПВХ, поліетиленові). Легкі, корозійностійкі, але менш міцні за металеві;
- композитні. Поєднують властивості металу і пластику, забезпечуючи високу міцність і легкість.

За способом з'єднання: різьбові, прес-фітинги, обтискні, клеєві, зварні.

За функціональним призначенням: прямі, перехідні, кутові, трійники, хрестовини, заглушки.

Хід роботи.

1. Оглянути зовнішній вигляд шлангів і фітингів.
2. Виміряти діаметр, товщину стінок шлангів.
3. Оцінити гнучкість і міцність шлангів.
4. З'єднати шланги і фітинги між собою, створивши просту систему поливу.
5. Порівняти характеристики різних типів шлангів і фітингів (матеріал, міцність, гнучкість, ціна тощо).
6. Зробити висновки про переваги і недоліки кожного типу.

Контрольні запитання:

1. Які бувають види шлангів для поливу?
2. Які функції виконують фітинги для шлангів?
3. Як вибрати шланг і фітинги для конкретних умов використання?
4. Які фактори впливають на довговічність шлангів?

Лабораторна робота 7.

Вибір та розрахунок параметрів дощувачів для ландшафтного зрошення

Мета лабораторної роботи: ознайомитися з основними параметрами та характеристиками дощувальних пристроїв. Навчитися підбирати оптимальні моделі дощувачів для різних умов ландшафтного зрошення, враховуючи площу ділянки, тип рослинності та особливості рельєфу.

Завдання лабораторної роботи: вивчити параметри, що впливають на вибір дощувачів. Вибрати оптимальні моделі дощувачів для заданих умов. Розрахувати кількість дощувачів для забезпечення рівномірного покриття площі зрошення.

Обладнання та матеріали: каталоги дощувальних систем та обладнання (друковані матеріали або електронні версії), калькулятор.

Теоретичні відомості.

Дощувальні пристрої є основними елементами систем ландшафтного зрошення, що забезпечують рівномірний розподіл води на зрошуваній площі. Вибір типу дощувачів впливає на ефективність зрошення, витрати води, енергозатрати та потреби рослин.

Основні параметри дощувачів.

Для забезпечення рівномірного зрошення території підбирається набір дощувачів із урахуванням багатьох параметрів.

Радіус поливу (м) – максимальна відстань, на яку подається вода, залежить від тиску, конструкції та типу розпилення.

Сектор поливу (°) – площа, що покривається струменем, може бути круговою (360°) або регульованою (90°, 180°, 270°) (рис. 12).

Висота висувної штанги (см) – від 5 до 30 см, підбирається залежно від рослинності (газон, квітники, чагарники).

Робочий тиск (бар) – тиск води для ефективної роботи, зазвичай 1,5...4,5 бар.

Витрата води (л/хв або м³/год) – об'єм води, спожитий за одиницю часу, що впливає на продуктивність системи.

Ці параметри визначають оптимальний вибір дощувачів для конкретних умов ландшафтного зрошення.

Залежно від рельєфу ділянки підбираються різні типи дощувачів. Наприклад, на схилах небажано використовувати ротори через їх високу витрату води, оскільки ґрунт може не встигати поглинати її.

Хід роботи.

1. Вивчіть надані каталоги дощувачів, звертаючи увагу на технічні характеристики різних моделей (рис. 13).

2. За каталогами виберіть кілька моделей дощувачів та запишіть їхні основні параметри (тиск, витрата води, діаметр зрошення тощо).

3. Виходячи з умов завдання (наприклад, площа ділянки, особливості рослинності), виберіть найоптимальніший варіант дощувача.

4. Розрахуйте кількість дощувачів, необхідних для покриття заданої площі, та інші параметри, використовуючи отримані характеристики.

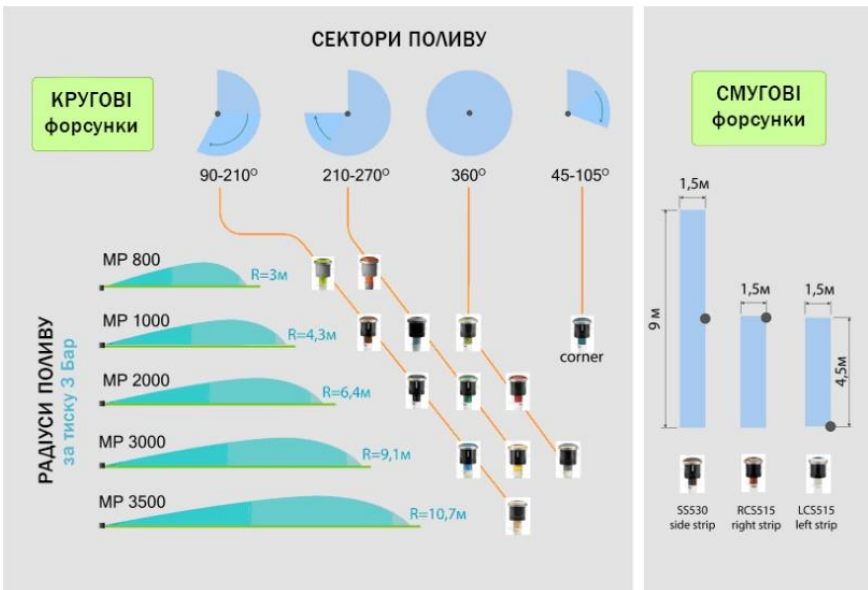


Рис. 12. Моделі форсунок Hunter із різними секторами поливу

Контрольні запитання:

1. Які основні види дощувачів застосовуються у ландшафтному зрошенні?
2. Які параметри дощувача є ключовими при виборі обладнання?
3. Як впливає тиск води на характеристики дощувача?

4. Чому важливо враховувати діаметр зрошення та витрату води при виборі дощувача?

5. Як підібрати дощувач для зрошення ділянки неправильної форми?

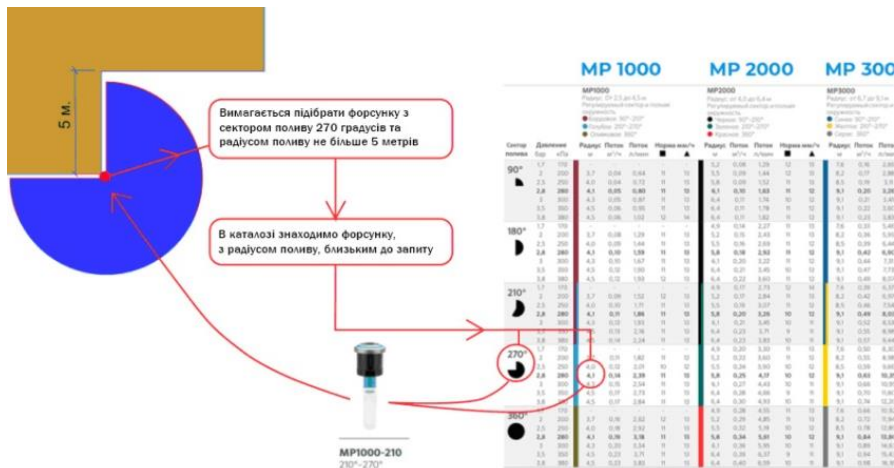


Рис.13. Порядок підбору дощувача в каталозі.

Лабораторна робота 8.

Вивчення функцій та принципу роботи контролера автоматизованого поливу

Мета лабораторної роботи: вивчити функції та принципи роботи контролера автоматизованого поливу для ефективного використання води в системах зрошення.

Завдання роботи: ознайомитися з будовою, функціями та принципом роботи контролера автоматизованого поливу. Вивчити основні параметри програмування (час, тривалість і частота поливу). Навчитися налаштовувати контролер.

Обладнання та матеріали: контролер поливу, інструкція до контролера поливу, модельна ділянка, відеоматеріали.

Теоретичні відомості.

Контролер поливу – це електронний пристрій, що автоматично керує роботою системи зрошення згідно із заданими параметрами. Він забезпечує оптимізацію процесу поливу за рахунок точного розподілу води в часі та просторі, що дозволяє зменшити витрати води та енергоресурсів, а також покращити умови для росту рослинності (рис. 14).

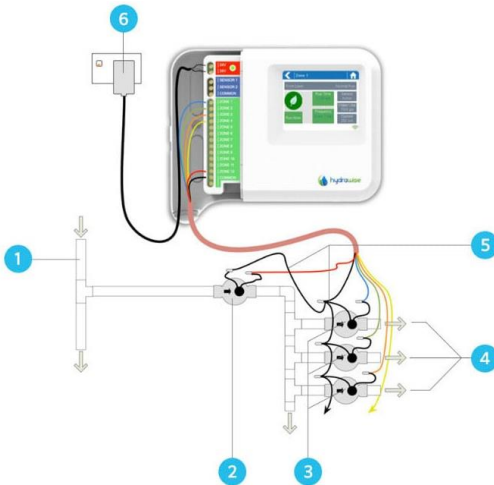


Рис. 14. Приклад підключення контролера автополиву:

- 1 – водопровід;
- 2 – клапан управління;
- 3 – електромагнітні клапани;
- 4 – підключення до зон поливу;
- 5 – електродроти;
- 6 – адаптер 24 В.

Основні функції контролера (рис. 15).

Програмування зон поливу – встановлення індивідуальних розкладів для кожної зони з урахуванням особливостей ґрунту, рослинності та кліматичних умов.

Налаштування тривалості та частоти поливу – задаються оптимальні параметри для різних ділянок.

Режим ручного управління – можливість запустити або зупинити полив вручну без зміни основних налаштувань.

Інтеграція з датчиками – автоматичне коригування режимів роботи на основі показників датчиків вологості, дощу чи температури.

Відстрочка поливу – функція тимчасового припинення зрошення, наприклад, у разі опадів.



Рис. 15. Основні функції контролера (avtopoliv.in.ua).

Основні параметри програмування:

- *час початку поливу*. Контролер визначає, коли кожна зона починає зрошуватися;
- *тривалість поливу*. Контролер задає час роботи системи для кожної зони;
- *частота поливу*. Контролер встановлює інтервали між поливами (щодня, через день, за тижневим графіком);
- *кількість зон поливу*. Контролер контролює окремі ділянки з різними налаштуваннями.

Контролери поливу бувають внутрішніми (для встановлення у приміщеннях) та зовнішніми (стійкі до погодних умов). Вони можуть мати різну кількість програм та зон для управління, а також функцію дистанційного керування через мобільні додатки або Wi-Fi.

Хід роботи.

1. Подивіться навчальне відео програмування різних типів контролерів.

2. Прочитайте інструкцію до контролера на діючій моделі ландшафтного зрошення. Ознайомтеся з основними функціями та параметрами.

3. Запрограмуйте контролер поливу. Налаштуйте тривалість поливу. Проведіть тестове включення системи для перевірки правильності налаштування.

4. Складіть графік поливу для системи ландшафтного поливу згідно свого варіанту.

Контрольні запитання.

1. Які основні функції виконує контролер поливу?
2. Як встановлюються параметри поливу для різних зон?
3. Які датчики можна інтегрувати з контролером, і як вони впливають на полив?
4. Чому важливо враховувати кліматичні умови під час налаштування контролера?
5. Як забезпечується управління електромагнітними клапанами у зональній системі поливу?

Лабораторна робота 9.

Підбір насоса та редуктора для автоматичного поливу

Мета лабораторної роботи: навчитися здійснювати підбір насосного обладнання та редукторів для автоматичних систем поливу на основі технічних розрахунків, аналізу вимог до системи зрошення та характеристик обладнання.

Завдання лабораторної роботи: ознайомитися з теоретичними основами вибору насоса та редуктора для автоматичного поливу. Визначити параметри, які необхідно врахувати при виборі редуктора тиску. Використовуючи каталоги, підібрати насос і редуктор, які відповідають технічним характеристикам системи.

Обладнання та матеріали: каталоги насосного обладнання (друковані або електронні); каталоги редукторів тиску; схема автоматичної системи поливу; калькулятор.

Теоретичні відомості.

Насоси та редуктори є ключовими елементами систем автоматичного поливу, які забезпечують необхідний тиск і витрату води для роботи дощувачів і клапанів.

Основні параметри для вибору насоса.

Витрата води (Q , м³/год) – кількість води, яку насос повинен подати в систему. Розраховується на основі сумарної потреби зон поливу.

Напір (H , м) – висота, на яку насос здатен підняти воду. Включає: геодезичну висоту, гідравлічні втрати в трубопроводах, робочий тиск, необхідний для дощувачів.

Вибір насоса залежить від джерела води та вимог системи. Розрізняють такі типи насосів: відцентрові, занурювальні, багатоступеневі тощо.

Таблиця 4

Приклад характеристики насоса поверхневого Aquatica

Тип	Вихровий
Висота всмоктування	8 м
Висота напору	40 м
Продуктивність	2400 л/год
Споживана потужність	370 Вт
Діаметр входу/виходу	1 дюйм
Клас захисту	IP44

Редуктори (регулятори тиску) забезпечують підтримання оптимального тиску в системі, запобігаючи перевищенню, яке може пошкодити дощувачі чи клапани. Також використовуються для вирівнювання тиску в різних зонах зрошення.

Основні параметри для вибору редуктора

Робочий тиск (бар) – тиск, який редуктор підтримує на виході (рис. 16).

Пропускна здатність (м³/год) – обсяг води, який може пройти через редуктор без значних втрат.

Наприклад, редуктор тиску води для крапельного поливу брендів Hunter і Rain-Bird класифікують за серіями:

PSI – вхідний тиск в межах 1,5 / 2...7 бар, вихідний – 1...3,5 бар, витрата води 0,45...5 м³/год;

PRF – вхідний тиск 1,4...10,3 бар, регульований – 2...2,8 бар (для перетинів $\frac{3}{4}$ і 1" відповідно), витрата води 0,114...1,136 м³/год;

HFR – вхідний тиск 1,4...8 бар, вихідний – 1,7 / 2,8 бар, витрата води 2...55 л/хв.



Рис. 16. Редуктор тиску 1 бар для крапельного поливу (вхідний тиск до 5,5 бар, вихідний від 0,3 до 0,7 м³/год)

Хід роботи.

1. Ознайомтеся з характеристиками насосів за каталогами (продуктивність, тиск, витрата).
2. Визначте необхідні значення тиску та витрати для системи поливу на основі заданих умов. Виберіть насос.
4. Виберіть редуктор, що відповідає необхідним вимогам до зниження або стабілізації тиску у системі автоматичного поливу.

Контрольні запитання:

1. Які типи насосів використовуються для автоматичного поливу, і в яких умовах доцільно їх застосовувати?
2. Як розрахувати необхідний тиск та витрату для насосної установки?
3. Які параметри насоса є найважливішими при його виборі?
4. Що таке редуктор тиску, і яка його функція у системі поливу?

Лабораторна робота 10. Консервація та розконсервація системи спринклерного зрошення

Мета лабораторної роботи: ознайомитися з принципами консервації системи спринклерного зрошення для зимового періоду та її розконсервацією перед початком сезону.

Завдання лабораторної роботи: ознайомитися з етапами підготовки системи до зимового зберігання. Ознайомитися з етапами розконсервації системи: перевірка герметичності, підготовка до запуску.

Обладнання та матеріали: діюча модель ландшафтного зрошення, насос для видалення води, набір елементів системи спринклерного зрошення. Презентації, відеоматеріали.

Теоретичні відомості.

Консервація системи спринклерного зрошення проводиться для захисту її елементів від замерзання та пошкоджень під час зими.

Основні етапи консервація системи включають:

1. Злив води з трубопроводів і спринклерів. Наявність води в системі під час замерзання може призвести до розриву труб та пошкодження фітінгів (рис. 17).



Рис. 17. Розрив труби після зимових морозів

2. Очищення елементів системи. Перед зберіганням необхідно видалити залишки бруду, рослинних решток та інших домішок.

3. Підготовка клапанів та фільтрів. Їх розбирають, очищують і зберігають у сухих умовах.

4. Захист спринклерів. Знімаються і зберігаються у контейнерах, щоб уникнути механічних пошкоджень.

Розконсервація системи проводиться перед початком сезону зрошення. Основні етапи:

1. Перевірка стану елементів системи. Оцінюється стан труб, фітингів, спринклерів та інших компонентів.

2. Збірка системи. Елементи встановлюють на свої місця, ущільнюють з'єднання.

3. Тестування герметичності. Запускають воду для перевірки відсутності витоків.

4. Налаштування режиму роботи. Система готова до експлуатації після коригування розкладу поливу.

Хід роботи:

1. Ознайомтеся з навчальними відео консервації та розконсервації системи спринклерного зрошення.

2. Обговоріть технічні особливості та рекомендації щодо захисту елементів від пошкоджень.

3. Складіть послідовність дій для консервації та розконсервації, зафіксуйте її у звіті.

4. Порівняйте дії у відео з умовами, передбаченими для виконання цих процедур на моделі системи зрошення.

Контрольні запитання:

1. Чому важливо повністю видаляти воду з системи перед зимовим періодом?

2. Як перевірити герметичність системи після розконсервації?

3. Що може пошкодити систему під час неправильного зберігання?

4. Які дії виконуються після розконсервації для підготовки системи до роботи?

Лабораторна робота 11.

Монтаж і демонтаж системи краплинного зрошення

Мета лабораторної роботи: ознайомитися з принципами монтажу та демонтажу системи краплинного зрошення, вивчити базові операції з установаження, налаштування та розбирання основних елементів системи.

Завдання лабораторної роботи: ознайомитися з правилами монтажу краплинної стрічки, трубок, фітингів та крапельниць. Вивчити порядок демонтажу системи для її обслуговування або зберігання.

Обладнання та матеріали: діюча модель ландшафтного зрошення, комплект для краплинного зрошення (краплинна стрічка або трубки, фітинги, крапельниці). Навчальні відеофільми, презентації.

Теоретичні відомості.

Система краплинного зрошення – це ефективна технологія подачі води безпосередньо до кореневої зони рослин через мережу трубок або стрічок із крапельницями. Вона забезпечує рівномірний і контрольований полив із мінімальними втратами води.

Етапи монтажу системи краплинного зрошення.

1. Підготовка основних компонентів (крапельні стрічки, трубки, крапельниці, фітинги, фільтри та клапани, рис. 18).



Рис. 18. Комплект системи для крапельного зрошення.

2. Розташування трубопроводів. Трубки або стрічки повинні бути розташовані рівно, без перекручувань і згинів, щоб забезпечити рівномірний розподіл води.

3. Для кращої роботи системи зрошення на ділянці з різним рельєфом або для зон з різними типами рослинності можуть бути використані спеціальні крапельниці з різними характеристиками.

4. Підключення фільтрів і клапанів. Встановлення фільтрів на початку системи, щоб запобігти забиванню крапельниць та трубок. Клапани потрібні для регулювання подачі води до різних зон, забезпечуючи ефективне зрошення.

5. Тестування системи для перевірки правильності підключень і роботи крапельниць. Переконайтеся, що вода подається рівномірно по всій площі зрошення і відсутні будь-які протікання.

Етапи демонтажу системи краплинного зрошення.

1. Перед демонтажем вимкнути воду і очистити систему від залишків води.

2. Очистити фільтри та крапельниці від можливих забруднень.

3. Збереження елементів системи. Важливо маркувати елементи, щоб у разі повторного монтажу їх можна було правильно з'єднати.

Після демонтажу всі елементи потрібно очистити від бруду та залишків води, щоб запобігти корозії або утворенню нальоту.

Фільтри і клапани повинні бути ретельно очищені та збережені для подальшого використання.

Хід роботи.

1. Перегляньте навчальне відео, яке демонструє основні етапи монтажу та демонтажу системи краплинного зрошення.

2. Ознайомтеся із фрагментом діючої системи краплинного зрошення, що знаходиться в лабораторії. Розгляньте розташування трубок, крапельниць, фітингів та інших елементів системи, звернувши увагу на їхнє підключення та функціонування.

Контрольні запитання:

1. Які основні етапи монтажу системи краплинного зрошення?

2. Які елементи системи краплинного зрошення вимагають особливої уваги під час монтажу?

3. Які особливості демонтажу системи краплинного зрошення?

Лабораторна робота 12.

Вивчення будови та принципу роботи шланго-барабанних дощувальних установок

Мета лабораторної роботи: ознайомитися з конструкцією та принципами роботи шланго-барабанної дощувальної установки.

Завдання лабораторної роботи: ознайомитися з конструкцією шланго-барабанної дощувальної установки та її основними елементами. Вивчити принцип роботи установки. Проаналізувати технічні характеристики установки. Дослідити можливості використання даного обладнання в різних умовах.

Обладнання та матеріали: презентація, відеоматеріали, технічні характеристики, схема дощувальної установки, схема роботи установки.

Теоретичні відомості.

Шланго-барабанні дощувальні установки (ДУ) є ефективним обладнанням для ландшафтного зрошення. Вони дозволяють рівномірно розподіляти воду по поверхні ділянки, забезпечуючи оптимальні умови для росту рослин. Найкраще підходять для поливу спортивних майданчиків, поля для гольфу, парків (рис. 19).



Рис. 19. Шланго-барабанна дощувальна установка

Основні елементи шланго-барабанної установки:

- барабан. На барабан намотується зрошувальний шланг, який розкручується під час роботи установки (рис. 20);
- зрошувальний шланг. Через шланг подається вода до дощувальних форсунок;
- дощувальні форсунки розпилюють воду на дрібні краплі, імітуючи природний дощ;
- гідропривід забезпечує обертання барабана та подачу води;
- система управління дозволяє контролювати роботу установки, задавати необхідні параметри зрошення.

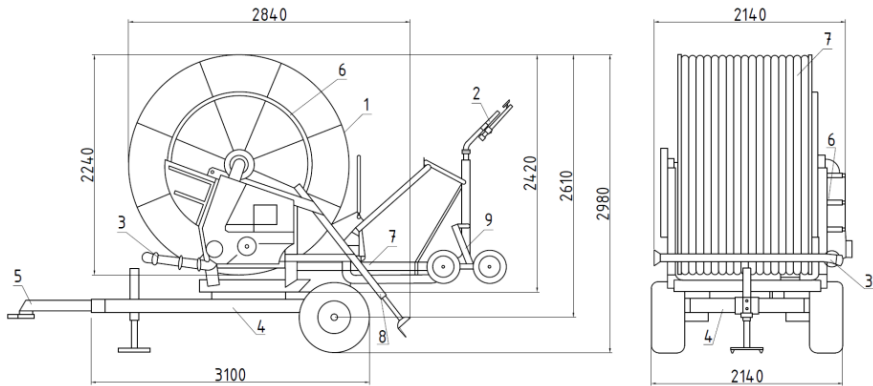


Рис. 20. Шланго-барабанна дощувальна установка Osmis:
1 - барабан; 2 - імпульсний дощувач; 3 – шланг підключення насосної установки; 4 - візок; 5 - причіпний пристрій; 6 - редуктор для намотування шлангу; 7 - гнучкий зрошувальний шланг; 8 - телескопічна гідравлічна опора; 9 - пристрій для поливу

Дощувальна установка розміщується на межі ділянки, що потребує поливу. Поліетиленовий шланг розмотується з барабана вручну та фіксується в кінцевій точці поливу. Після завершення поливу шланг повністю змотується на барабан, установка переміщується на нову ділянку.

Сучасні моделі оснащені системами автоматичного управління. Деякі моделі дозволяють керувати установкою віддалено за допомогою мобільних додатків.

Хід роботи.

1. Перегляньте навчальний відеофільм та презентації.
2. Опишіть основні елементи шланго-барабанної дощувальної установки, звертаючи увагу на їхнє розташування та функції.
3. Ознайомтеся з роботою установки, процесу розмотування шланга та подачі води через дощувач. Проаналізуйте послідовність операцій при роботі установки.
4. Наведіть принципову схему роботи шланго-барабанної установки.

Контрольні запитання:

1. Які основні компоненти входять до складу шланго-барабанної дощувальної установки?
2. Як працює механізм розмотування і змотування шлангу?
3. Як налаштування тиску та швидкості змотування впливають на рівномірність зрошення?
4. Які параметри слід враховувати для ефективного використання установки в різних умовах?

Лабораторна робота 13.

Встановлення іригаційних показників води для ландшафтного зрошення

Мета лабораторної роботи: ознайомлення студентів із методами вимірювання основних іригаційних показників води. Навчитися виконувати аналіз води для встановлення її придатності при зрошенні.

Завдання лабораторної роботи: ознайомитися з принципами роботи приладів для вимірювання іригаційних показників води. Провести вимірювання мінералізації та рН води за допомогою TDS-метра та рН-метра. Порівняти отримані результати з допустимими іригаційними показниками для конкретних умов ландшафтного зрошення.

Обладнання та матеріали: прилад для вимірювання мінералізації води (TDS-метр), прилад для вимірювання рН (рН-метр), зразки води для аналізу, таблиця з допустимими іригаційними показниками.

Теоретичні відомості.

Іригаційні показники води визначають її придатність для використання у ландшафтному зрошенні. Від їхнього рівня залежить стан ґрунту, ріст рослин та ефективність системи зрошення.

До основних показників належать:

- *мінералізація води (TDS)* – це сумарна кількість розчинених у воді солей, виражена в одиницях TDS (мг/л). Високий рівень мінералізації може негативно впливати на структуру ґрунту, спричиняти засолення і погіршувати умови для росту рослин. Для зрошення оптимальний рівень TDS становить 500...1500 мг/л залежно від рослини;

- *кислотність (pH)* – це показник, який відображає рівень кислотності або лужності води. Вода з рН менше 7 вважається кислою, а з рН більше 7 – лужною. Оптимальний рН для зрошення рослин повинен бути в межах 6...8, оскільки більш кисла або лужна вода може негативно впливати на засвоєння рослинами поживних речовин.

Хід роботи.

1. Підготуйте обладнання для проведення аналізу, ознайомтеся з інструкціями до приладів.

2. Вимірювання мінералізації води. За допомогою TDS-метра проведіть вимірювання мінералізації кожного зразка води (табл. 5).

3. Вимірювання рН води. За допомогою рН-метра виміряйте рівень рН для кожного зразка води (табл. 5).

4. Порівняйте отримані результати з таблицею допустимих іригаційних показників для зрошення.

5. Зробіть висновки щодо придатності кожного зразка води для зрошення.

Вимірювання іригаційних показників води

Зразок води	Мінералізація (TDS), мг/л	pH води	Допустимі норми TDS, мг/л	Допустимі норми pH	Іригаційна оцінка

Контрольні запитання:

1. Які показники якості води є важливими для ландшафтного зрошення?
2. Як впливає pH води на рослини та ґрунт?
3. Чому електропровідність є важливим параметром при оцінці якості води для зрошення?
4. Як надлишок натрію у воді впливає на рослини та структуру ґрунту?

Самостійна робота

Метою самостійної роботи студентів є формування інженерного мислення і формування потреби самостійного поповнення знань.

Зміст самостійної роботи студентів відповідає силабусу навчальної дисципліни «Системи ландшафтного зрошення».

На самостійну роботу виноситься частина теоретичного матеріалу та окремі практичні роботи, що не потребують безпосереднього керівництва викладача.

Самостійна робота студентів забезпечується системою навчально-методичних засобів, передбачених для вивчення конкретної навчальної дисципліни: основна і додаткова література, методичні матеріали, презентації.

Види завдань до самостійної роботи студентів:

- опрацювання додаткової (наукової, довідкової й ін.) літератури;
- розробка лекційних конспектів;
- розробка звітів із практичної підготовки;
- підготовка до контрольних заходів;
- творчі завдання (доповіді, проекти, презентації тощо);
- опрацювання окремих тем або питань.

Самостійна робота студентів передбачає зарахування додаткових балів:

- підготовка самостійного реферату навчально-дослідницької роботи – до 10 балів;
- участь із доповіддю за тематикою навчальної дисципліни на конференції – до 15 балів;
- написання статті в збірник наукових праць – до 20 балів.

Орієнтовна тематика для самостійного вивчення

1. Види та застосування мікрозрошення.
2. Спринклерний полив спортивних об'єктів.
3. Системи крапельного поливу для теплиці.
4. Системи спринклерного поливу для теплиці.
5. Баблери: конструкція та умови застосування.
6. Системи туманоутворення, їх конструкції та застосування.
7. Умови застосування роторних, ротаторних і віялових спринклерів.
8. Підземний крапельний полив, конструкція та застосування.
9. Особливості краплинного поливу виноградника.
10. Особливості краплинного поливу саду.
11. Полив зелених дахів і вертикальних садів.
12. Порівняння спринклерів виробників Hunter і RainBird.
13. Новинки виробників ландшафтного поливу.
14. Ландшафтний полив і глобальне потепління.

Рекомендована література

Основна література

1. Основи гідромеліорацій : навч. посіб. / А. М. Рокочинський, Г. І. Сапсай, В. Г. Муранов та ін. ; за ред. проф. А. М. Рокочинського. Рівне : НУВГП, 2014. 255 с.
2. Краплинне зрошення : Навчальний посібник / за ред. акад. М. І. Ромащенко та проф. А. М. Рокочинського. Херсон : ОЛДІ-ПЛЮС, 2015. 300 с.
3. Системи краплинного зрошення : навчальний посібник / за ред. М. І. Ромащенко. Дніпропетровськ : ООО ПКФ Оксамит-текст, 2007. 175 с.

Додаткова література

1. Stephen W. Smith. Landscape Irrigation: Design and Management. 1997. 240 p.
2. Якість природної води для зрошення. Агрономічні критерії / Система стандартів у галузі охорони навколишнього природного середовища і раціонального використання ресурсів: ДСТУ 2730-94. К. : Держспоживстандарт України, 2007. 14 с.

Інформаційні ресурси

1. Державне агентство водних ресурсів України. URL: <https://www.davr.gov.ua/>.
2. Державне агентство меліорації та рибного господарства України. URL: <https://darg.gov.ua/>.
3. Водний кодекс України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/213/95-%d0%b2%d1%80#text>.
4. Водна стратегія України на період до 2050 року. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1134-2022-%D1%80#Text>.
5. Національна бібліотека ім. В. І. Вернадського. URL: <http://www.nbuv.gov.ua/> (дата звернення: 01.03.2023).
6. Наукова бібліотека НУВГП. URL: <https://lib.nuwm.edu.ua/>.
7. Інтернет-магазин «Avtopoliv». URL: <https://avtopoliv.com.ua/>.

8. Інтернет-магазин «Bradas». URL:
<https://bradas.ua/index.php>.
9. Інтернет-магазин «СпецПоливСервіс». URL:
<https://poliv-service.kiev.ua/ua/>.
10. Ландшафтна студія DROP. URL: <https://uk.drop.od.ua/>.
11. Сайт «Rainbird». URL: <https://www.rainbird.com/>.