М.І. Ромащенко, В.І. Доценко,
Д.М. Онопрієнко, О.І. Шевелєв

СИСТЕМИ КРАПЛИННОГО ЗРОШЕННЯ

навчальний посібник

М.І. Ромащенко, В.І. Доценко,
Д.М. Онопрієнко, О.І. Шевелєв

СИСТЕМИ КРАПЛИННОГО ЗРОШЕННЯ

навчальний посібник

Рекомендовано Міністерством аграрної політики України як навчальний посібник для підготовки бакалаврів напряму 0926 „Водні ресурси” у аграрних вищих навчальних закладах III-IV рівнів акредитації

Київ – Дніпропетровськ - 2007

УДК 631.67.6

Рекомендовано Міністерством аграрної політики України як навчальний посібник для підготовки бакалаврів напряму 0926 „Водні ресурси” у аграрних вищих навчальних закладів III-IV рівнів акредитації (лист №18-1-1-13/1501 від 15.12.06).

Рецензенти:

ГРИНЬ Ю.І. – доктор технічних наук, головний науковий співробітник Інституту гідротехніки і меліорації УААН

КІВЕР В.Х. – доктор сільськогосподарських наук, член-кореспондент УААН, професор кафедри землеробства Дніпропетровського державного аграрного університету

ГРИНЮК В.І. – директор регіонального проектно-вишукувального інституту „Дніпродіпроводгосп”

ISBN 966-8309-38-3

Ромащенко М.І., Доценко В.І., Онопрієнко Д.М., Шевелєв О.І Системи краплинного зрошення: навчальний посібник / За ред. академіка УААН М.І. Ромащенка. - Дніпропетровськ: , ООО ПКФ „Оксамит-текст”, 2007 – 175 с.

Зміст навчального посібника відповідає освітньо-професійній програмі підготовки бакалаврів і магістрів напряму 0926 „Водні ресурси” і її складовій – програмі навчальних дисциплін „Основи гідромеліорацій” , „Сільськогосподарські меліорації”, „Експлуатація водогосподарських об'єктів” і „Гідромеліоративні системи”.

Розглянуті умови застосування систем краплинного зрошення, особливості їх проектування, монтажу і експлуатації. Велика увага приділена новим поливним стрічкам, що широко застосовують при вирощуванні овочів, садів виноградників на півдні України. Розглянуті елементи зрошувальної мережі (водозабір, вузли підготовки води та внесення добрив, мережі магістральних, розподільних і поливних трубопроводів) їх розрахунок і умови експлуатації. Також розглянуті питання розрахунків режимів зрошення і внесення добрив разом із поливною водою (фертигація).

Навчальний посібник призначений для студентів, аспірантів та викладачів аграрних вищих навчальних закладів III-IV рівнів акредитації . Може бути корисним працівникам сільськогосподарського виробництва в умовах фермерського і індивідуального господарювання на поливних землях.

ISBN 966-8309-38-3

ЗМІСТ

ВСТУП 6

РОЗДІЛ 1. УМОВИ ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМ КРАПЛИННОГО ЗРОШЕННЯ 10

1.1. Вимоги до якості води 10

1.2. Класифікації систем краплинного зрошення 15

1.3. Технічні засоби і елементи систем краплинного зрошення 17

Контрольні запитання 19

РОЗДІЛ 2. ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ КРАПЕЛЬНИЦЬ І ПОЛИВНИХ СТРІЧОК 20

2.1. Краплинна стрічка Aqua TraXX від компанії Irritrol Systems 22

2.2. Стрічки T-Tape® TSX® компанії T-Systems International 24

2.3. Краплинна трубка Drip In 26

2.4. Системи краплинного зрошення СКОФ і емітерні лінії ЭЛКО 29

Контрольні запитання 35

РОЗДІЛ 3. ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМ КРАПЛИННОГО ЗРОШЕННЯ 36

3.1. Вибір джерела зрошення 39

3.2. Особливості конструювання водозабірних споруд для систем краплинного зрошення 41

3.3. Проектування насосних станцій 46

3.4. Водоочисні споруди 50

3.5. Вузол підготовки і внесення добрив з поливною водою 55

3.6. Особливості проектування трубопровідної мережі систем краплинного зрошення 56

3.7. Гідравлічний розрахунок трубопроводів 64

Контрольні запитання 71

РОЗДІЛ 4. РЕЖИМ ЗРОШЕННЯ 73

4.1. Розрахунок частки площі живлення рослин, зволоженої краплинним способом 73

4.2. Розрахунок дефіциту водоспоживання 77

4.3. Вибір року заданої забезпеченості 84

4.4. Розрахунок поливної норми 88

4.5. Встановлення строків поливу 89

4.6. Побудова графіка поливів 91

Контрольні запитання 95

РОЗДІЛ 5. ОСОБЛИВОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ СИСТЕМ КРАПЛИННОГО ЗРОШЕННЯ 96
5.1. Підготовка зрошувальної мережі до зимового збереження 96
5.2. Перевірка справності і підготовка зрошувальної мережі до поливного сезону 98
5.3. Експлуатація водозабірних і очисних споруд 100
5.4. Промивка поливної мережі 101
5.5. Оперативне планування поливів 103
Контрольні запитання 107

РОЗДІЛ 6. ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР ПРИ КРАПЛИННОМУ ЗРОШЕННІ 108
6.1. Томати 109
6.2. Огірки 112
6.3. Перець солодкий 116
6.4. Баклажани 119
6.5. Капуста білоголова 120
6.6. Цибуля ріпчаста 123
6.7. Буряки столові 125
6.8. Морква 127
6.9. Кабачки 129
6.10. Картопля 130
6.11. Сади сім'ячкові 132
6.12. Сад кісточковий 135
6.13. Ягідники 136
6.14. Виноградники 139
6.15. Краплинне зрошення овочів в теплицях 140
Контрольні запитання 141

ЗАКЛЮЧЕННЯ 143

ЛІТЕРАТУРА 146

ДОДАТКИ 149

Додаток А. Довжина стрічки Aqua TraXX при гарантованій однорідності емісії 85 і 90 % -
Додаток Б. Умови застосування моделей T-Tape TSX. Максимальна довжина лінії T-Tape TST в метрах при нульовому похилі 155
Додаток В. Максимальна рекомендована довжина поливної трубки Drip In PC 157
Додаток Г. Максимальна допустима довжина поливної трубки (Drip In Classic) 158
Додаток Д. Технічні характеристики насосів типу К і КМ 162
Додаток Е. Технічні характеристики насосних агрегатів типу ЭЦВ 165
Додаток Є. Труби із полівінілхлориду (основні технічні характеристики) 167
Додаток Ж. З'єднувальні фасонні частини і арматура, що застосовується для кріплення пластмасових поливних трубок 168

ВСТУП

У зрошуваному землеробстві екологічно безпечні та ресурсозберігаючі технології реалізуються шляхом впровадження в практику нових способів та технічних засобів поливу, серед яких перспективним є мікрозрошення.

Мікрозрошення – термін , що об'єднує нові технології і технічні засоби поливу сільськогосподарських культур, при яких забезпечується під відносно низьким тиском і з малою інтенсивністю постачання води з деякими інтервалами, або слабо концентрованих поживних розчинів до коріння рослин, над поверхнею ґрунту, або безпосередньо в ґрунт. Термін „мікрозрошення" був запропонований в ході дискусії „за круглим столом" на Міжнародній конференції МКІД у 1986 р., що проходила в м. Будапешті. Відмічені ознаки мікрозрошення можуть бути реалізованими на таких системах: краплинного, імпульснолокального і внутрішньогрунтового зрошення, традиційного періодичного дощування, синхронного імпульсного дощування, дрібнодисперсного (аерозольного) дощування.

Способи мікрозрошення (краплинне зрошення, підкронове і надкронове мікрозрошення та їх комбінації, а також внутрішньогрунтове зрошення) є відносно новими способами поливу. Цим терміном об'єднані способи поливу, при яких вода та розчинені в ній елементи живлення невеликою витратою за допомогою спеціальних водовипусків (крапельниць, емітерів, мікродощувачів) подається безпосередньо в зону живлення кожної рослини відповідно до її біологічних та вікових особливостей [25, 26, 28].

Краплинне зрошення характеризується рядом технологічних особливостей, головними з яких є:

- локальний характер зволоження ґрунтів переважно тільки в зоні розвитку основної маси кореневої системи;
- використання для налаштування водорозподільної мережі систем краплинного зрошення інертних відносно навколишнього середовища матеріалів, насамперед полімерних.

Спочатку (період з 70-х років XIX століття по 40-ві роки XX ст.) для реалізації цієї ідеї в різних країнах (Німеччина, США, Великобританія, Росія та ін.) використовувались системи горизонтального дренажу з примусовою подачею зрошувальної води в кореневміщуючий шар ґрунту рослин через дрени. Тобто зволоження за допомогою цих систем здійснювалось не суцільно, а вздовж дрен і мало смуговий (локальний) характер. Саме локальний характер зволоження в подальшому став основною технічною ознакою мікрозрошення. Однак такі системи підгрунтового зволоження не знайшли промислового застосування у зв'язку з відсутністю якісних матеріалів для виготовлення зволожувачів, та високою вартістю.

Етап промислового застосування мікрозрошення починається з 60-х років XX ст. і зумовлений відкриттям у 1935 р. (Великобританія) поліетилену низького тиску (ПНТ), а у 1948 р. – поліетилену високого тиску (ПВТ), і розвитку на цій основі виробництва пластмас. Завдяки останньому з'явилась можливість застосування в системах мікрозрошення розподільних і поливних

трубопроводів з поліетиленових труб різного діаметра, а також організації виробництва мікроводовипусків (крапельниць і мікрозрошувачів) з полімерних матеріалів. Це дало змогу створити конструкції систем мікрозрошення з необхідним рівнем надійності реалізації технологічних процесів поливу й фертигації при відповідних рівнях економічної вигоди й екологічної безпеки.

Перша крапельниця, що мала вигляд трубчастої спіральної конструкції і була запропонована Зімхою Блассом (Ізраїль) у 50-ті роки минулого століття, а перші системи краплинного зрошення були створені в Ізраїлі (1963 р.)і США (1964 р.).

З тих пір краплинне зрошення набуло широкого застосування за кордоном. Значних успіхів в розробці і використанні систем краплинного зрошення при вирощуванні плодів і овочів досягли в Ізраїлі, де вимушені розвивати цей спосіб зрошення із – за обмеженості водних ресурсів і підвищеної мінералізації більшості джерел води для поливу. Значна економія затрат праці і ресурсів при краплинному зрошенні робить його особливо привабливим для фермерів. Розповсюдженню краплинного зрошення в Ізраїлі сприяє налагоджене виробництво дешевих пластмасових трубопроводів в широкому асортименті [5, 35]. В США найбільшу зацікавленість новий спосіб поливу викликав у виробників цитрусових, ягід і овочів в штатах Каліфорнія і Флорида. За 18 років (з 1972 по 1990 р.)площі під краплинним зрошенням зросли в країні з 4 тис. до 264 тис. га, тобто більше ніж у 80 разів [5].

Порівняно з традиційними способами поливу (дощування, полив по борознах) краплинне зрошення має такі головні переваги:

- економія води (від 50 – 70% до 2 – 5 разів); електроенергії (50 – 70% і більше), добрив (20 – 50%) тощо. Ефективність зрошення сягає 85 – 90%, оскільки вода надходить безпосередньо до кореневої системи рослин;
- істотне (на 30 – 50%) збільшення врожайності сільськогосподарських культур при значному поліпшенні товарної та споживчої якості продукції;
- забезпечення оптимальних витрат води та добрив відповідно до фізіологічних потреб рослин на основі створення сприятливого водного та поживного режимів ґрунту;
- високий рівень механізації та автоматизації технологічних процесів (полив, внесення добрив, хімічних меліорантів, засобів захисту рослин) і на цій основі високий ступінь контрольованості екологічних навантажень на навколишнє природне середовище;
- скорочення засобів захисту рослин, оскільки суттєво зменшується забур'яненість (земля між рядками залишається сухою) та ураження рослин грибковими і бактеріальними хворобами (порівняно з традиційними системами зрошення, за яких змочується поверхня листя);
- зниження експлуатаційних витрат порівняно з енерговитратами іншими способами зрошення (на 50 – 70%);
- працезберігаючий метод, тому що все важче залучити робочу силу до виконання важких польових робіт;
- виключення впливу вітру на процес зрошення;
- зниження вимог до систем дренажу;

- можливість використання мінералізованих вод, що непридатні для поливу іншими способами;

- відсутність поверхневого стоку, що виключає ерозію ґрунтів і підняття ґрунтових вод; тобто зведення до мінімуму, або цілковите виключення шкідливого впливу на довкілля;

- можливість освоєння схилових земель (з похилом до 30°) зі складним рельєфом, а також малопродуктивних (малопотужних, піщаних, супіщаних, рекультивованих) земель;

- зменшення трудовитрат на будівництво, експлуатацію і технічне обслуговування систем мікрозрошення завдяки високій заводській готовності вузлів і повній автоматизації керування процесом поливу;

- не потрібне планування поверхні ґрунту.

Проте позитивний результат від впровадження краплинного зрошення може бути досягнуто тільки за суворого дотримання як технології самого краплинного зрошення, так і інших технологічних прийомів вирощування сільськогосподарських культур. При цьому можна уникнути недоліків краплинного зрошення, до яких відносять: засмічування і заростання отворів мікроводовипусків, нерівномірності розподілу води крапельницями; пошкодження пластмасових трубопроводів гризунами та іншими шкідниками, деформацій поливних стрічок, тощо.

Зазначені переваги сприяли швидкому поширенню краплинного зрошення в багатьох країнах світу. Вже до 1982 р., за даними Міжнародної комісії з іригації та дренажу (МКІД), площа земель, що поливали краплинним способом, досягла більше 400 тис. га й зросла за 10 років у 6 разів.

Україна також належить до країн, де краплинне зрошення почали застосовувати ще із самого початку 70-х років минулого сторіччя. Першими у створенні вітчизняних технічних засобів для систем краплинного зрошення були Інститут гідротехніки і меліорації Української академії аграрних наук (м. Київ), Інститут зрошуваного садівництва УААН (м. Мелітополь), ВАТ „Укрводпроект” (м. Київ).

За перші 10 років свого розвитку в Україні краплинне зрошення пройшло шлях від декількох ділянок площею 1 – 5 га для проведення наукових досліджень, до 8 – 10 тис. га промислових систем краплинного зрошення садів, виноградників і ягідників до початку 80- х років. В першій половині 90- х років минулого сторіччя для розвитку краплинного зрошення в Україні характерні ті ж процеси, що й для держави в цілому – це роки глибокої системної кризи, коли практично повністю були припинені роботи з будівництва систем краплинного зрошення. У другій половині 90- х років ситуація повільно, але впевнено змінювалась на краще. Причому, на відміну від інших видів зрошення, в цей період краплинний спосіб поливу, завдяки вже відзначеним вище перевагам починає використовуватися багатьма господарствами різних форм власності як єдиний можливий спосіб перетворити виробництво сільськогосподарської продукції в прибутковий бізнес.

Краплинне зрошення є економічно обґрунтованим і екологічно безпечним способом поливу садів, виноградників, ягідників, овочів та баштанних

культур в умовах відкритого ґрунту, а також в теплицях і на присадибних ділянках [13].

Останнім часом інтенсивно застосовується краплинне зрошення при вирощуванні овочевих культур. Наприклад, якщо у Херсонській області в 1995 році краплинним способом поливали 140 га овочів, то в 2002 році тільки в Каховському районі 750 га, а в цілому по області – понад 2500 га.

Краплинне зрошення дозволяє займатись овочівництвом навіть там, де в зв'язку з недостатком водних ресурсів це було неможливо. Наприклад, в північній Африці на пісках із застосуванням краплинного зрошення отримують більше 100 т/га томатів [36].

Застосування новітніх технологій на базі краплинного зрошення при вирощуванні томатів у Херсонській та Миколаївській областях забезпечило одержання врожаю 100 – 120 т/га. При краплинному зрошенні звичайною стала врожайність огірків 80 – 100 т/га, перцю солодкого – 50 -55 т/га, моркви столової - 80 – 100 т/га, цибулі – понад 60 т/га. Урожайність капусти при мікро дощуванні становить понад 80 т/га [25, 28].

При цьому надзвичайно перспективно використовувати системи краплинного зрошення для одночасного проведення поливів і внесення добрив - фертигації, що підвищує коефіцієнт їхнього використання в середньому на 25 – 30% і знижує загальне застосування добрив на 20 – 40%. Крім цього, підживлюються не бур'яни в міжряддях, а культурні рослини. Фертигація передбачає підтримання оптимальної концентрації елементів живлення у ґрунтовому розчині протягом всього періоду вегетації рослин. Користувачі систем краплинного зрошення виграють в строках достигання продукції, тобто мають перевагу при виході на ринок ранніх овочів.

Краплинним зрошенням створюється локально – регульований водний режим ґрунтів в садах, виноградниках, ягідниках, декоративних і овочевих культурах.

В даному навчальному посібнику наведені особливості проектування, будівництва, експлуатації і автоматизації систем краплинного зрошення, розглянуті сучасні технології вирощування овочевих культур при краплинному зрошенні.

Навчальний посібник призначений для використання студентами, що навчаються у вищих аграрних закладах освіти за спеціальністю «Гідромеліорація» для самостійної роботи, при виконанні курсових проектів і завдань з дисциплін, що передбачені навчальним планом: «Основи гідромеліорацій», «Сільськогосподарські меліорації», „Експлуатація водогосподарських об'єктів", «Гідромеліоративні системи», а також при виконанні бакалаврських і магістерських випускних робіт і дипломних проектів.

РОЗДІЛ 1. УМОВИ ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМ КРАПЛИННОГО ЗРОШЕННЯ

Під системи краплинного зрошення (СКЗ) доцільно відводити ділянки, що непридатні для традиційних технологій поливу. В першу чергу в передгірних районах на великих похилах (до 0,3), в районах з недостатньою водозабезпеченістю, на ділянках з пересіченим рельєфом [12].

При виборі вододжерела для систем краплинного зрошення необхідно враховувати високі вимоги до якості зрошувальної води.

Для краплинного зрошення необхідно відводити площі з загальним вмістом в кореневмісному шарі ґрунту солей не більше 0,4 % і хлористого натрію (*NaCl*) – не більше 0,05 %.

Під ділянки зрошування краплинним способом доцільно відводити масиви із заляганням прісних підгрунтових вод не ближче двох, а засолених – не ближче чотирьох метрів від поверхні землі.

На масивах з мінералізованими підгрунтовими водами і несприятливими умовами відтоку необхідно складати прогноз водно-сольового режиму території і, за необхідністю, передбачати відповідні заходи.

1.1. Вимоги до якості води

Надійність роботи та строк експлуатації поливних трубопроводів багато в чому залежать від якості поливної води. Для краплинного зрошення використовують воду природних і штучних водойм, а також воду підземних джерел. Придатність води для краплинного зрошення оцінюють за ступенем її впливу на ґрунти, на рослини та елементи зрошувальної мережі.

Якість поверхневих і підземних вод, що надходять в поливну мережу СКЗ, повинна відповідати загальним вимогам до зрошувальної води [6, 8]. При цьому необхідно враховувати грунтово-кліматичні умови зони зрошення, фізіологічні особливості розвитку сільськогосподарських культур і вимоги до води технічних засобів системи.

Використання для зрошення вод поверхневих або підземних водних джерел лімітується загальною мінералізацією, вмістом зважених речовин, токсичних іонів (Na^{+1}, Cl^{-1}, SO_4^{-2} та ін.), пестицидів, наявністю гідробіотів, паразитологічних і епідеміологічних показників. Для забезпечення комплексної оцінки якості води для зрошення необхідно враховувати агрономічні, технічні і екологічні критерії [8].

Номенклатура показників повинна забезпечувати комплексну оцінку якості води для зрошення з достатньою повнотою за всіма трьома критеріями, виходячи із необхідності високоефективного і стабільного функціонування агроекосистеми, отримання максимально можливої кількості сільсько-

господарської продукції потрібної якості, і охорони навколишнього середовища.

Агрономічні критерії повинні визначати якість води для зрошення за її впливом на: ґрунт, з метою збереження і підвищення родючості, а також запобігання процесів засолення, осолонцювання і токсичної лужності; урожайність сільськогосподарських культур; якість сільськогосподарської продукції.

При оцінці якості води для зрошення за агрономічними критеріями виділяють два класи вод:

I клас – „Придатна без обмежень”,

II клас – „Обмежено придатна”.

Вода більш низької якості, показники якої виходять за межі значень другого класу, непридатна для зрошення без попереднього меліоративного поліпшення її складу і властивостей.

Зрошувальну воду II класу використовують за умови екологічного контролю та обов’язкового застосування комплексу агромеліоративних заходів. Якщо за різними показниками воду віднесено до різних класів якості води для зрошення, загальну оцінку здійснюють за гіршим показником.

Придатність води для краплинного зрошення оцінюють за ступенем її впливу на ґрунту, рослини та елементи зрошувальної мережі. Оцінку придатності води за ступенем впливу на ґрунт та рослини здійснюють згідно з ДСТУ 2730-94 за такими показниками:

- загальна мінералізація, мг/дм^3;
- концентрація токсичних іонів (в еквівалентах хлору), мг-екв/дм^3;
- відношення суми лужних катіонів натрію і калію (мг-екв/дм^3) до суми всіх катіонів (мг-екв/дм^3), %;
- відношення концентрації катіонів магнію (мг-екв/дм^3) до концентрації катіонів кальцію (мг-екв/дм^3), %;
- вміст аніонів хлору (Cl^{-1}), мг-екв/дм^3;
- вміст загальної лужності (HCO_3^{-1}), мг-екв/дм^3;
- вміст лужності від нормальних карбонатів (CO_3^{-2}) і токсичної лужності (HCO_3^{-1}– Ca^{+2}), мг-екв/дм^3;
- величина pH;
- термодинамічні потенціали;
- температура води, °С.

При *загальній мінералізації* до 1 г/л допускається краплинне зрошення на будь-яких типах ґрунту при різних режимах поливу. Зрошення водою з загальною мінералізацією від 1 до 3 г/л допускається при відсутності умов засолення і осолонцювання ґрунту [24].

При встановленні граничного значення мінералізації зрошувальної води на чорноземах, каштанових ґрунтах (ґрунтах важких за механічним складом і високою ємністю поглинання), необхідно встановлювати тип водного режиму шляхом визначення індексу (K_c) за Будико М.І.

$$K_c = \frac{\sum R}{L \sum P}, \qquad (1.1)$$

де $\sum R$ – сума радіаційного балансу за рік, кДж/м^2; $L\sum P$ – кількість тепла, що необхідне для випаровування суми річних опадів з розрахунку на 1 м^2 поверхні ґрунту, кДж; L – скрита теплота випаровування, кДж/м^2; $\sum P$ – кількість атмосферних опадів за рік, мм.

Ця величина дозволяє оцінити ступінь зміни природного водного режиму при зрошенні. При $к_с \leq 1{,}6$ допускається застосування вод з мінералізацією до 1,0 г/л, при $K_с$=1,6-1,8 допускається мінералізація води до 0,6 г/л, а при $K_с \rangle 1{,}8$ – застосування води в краплинному зрошенні повинне обґрунтовуватись спеціальним розрахунком по засоленню ґрунтів [31].

Якість зрошувальної води *за небезпекою вторинного засолення ґрунтів і підвищення їхньої лужності* проводять згідно з ДСТУ 2730 – 94 на підставі комплексної оцінки показників: загальної концентрації токсичних іонів (в еквівалентах хлору) з урахуванням гранулометричного складу ґрунтів; величини pH; токсичної лужності та лужності від нормальних карбонатів. [8].

Якість зрошувальної води *за небезпекою токсичного впливу на рослини* оцінюють за вмістом загальної та токсичної лужності, а також за вмістом лужності від нормальних карбонатів і вмістом хлору.

Оцінку зрошувальної води *за небезпекою осолонцювання ґрунту* здійснюють за відношенням (у відсотках) суми лужних катіонів натрію і калію (мг-екв/дм^3) до суми всіх катіонів (мг-екв/дм^3) з урахуванням протисолонцюючої буферності і гранулометричного складу ґрунту, величини відношення в зрошувальній воді магнію до кальцію, і класу води за небезпекою засолення або підвищення лужності ґрунтів.

Величина допустимого натрієво-адсорбційного відношення поливної води, що впливає на небезпеку осолонцювання, становить

$$SAR = \frac{Na^{+}}{\sqrt{\frac{Ca^{+2} + Mg^{+2}}{2}}}, \qquad (1.2)$$

і залежить від ємності поглинання ґрунтів. Вона не повинна перевищувати для ґрунтів з ємністю поглинання до 5 мг-екв/100 г ґрунту – 8-12; для ґрунтів з ємністю поглинання від 5 до 15 мг-екв/100 г ґрунту – 6-8; для ґрунтів з ємністю поглинання від 15 до 50 мг-екв/100 г ґрунту – 2-4. Водневий показник води (pH) повинен бути в межах 6-9 [31].

Температура поливної води повинна бути близькою до оптимальної температури розвитку рослин. Оптимальний температурний режим зрошувальної води повинен бути в межах від 10 до 30 °С [8]. Однак, питання про нижню границю оптимальної температури до кінця не встановлене. Деякі дослідники вважають, що не можна здійснювати полив при температурі води нижче температури ґрунту більше ніж в 1,5 рази і в період вегетації рослин вона повинна бути не нижче +18 °С [31].

Технічні критерії повинні оцінювати якість води для зрошення за дією на збереження і ефективність експлуатації гідромеліоративних систем і їх

складових частин [6]. При краплинному зрошенні основними показниками цього критерію є: агресивність води до руйнування зрошувальної мережі, можливість замулення і заростання дрібних мікроводотоків, мікроводовипусків (крапельниць і емітерів).

Допустимий *вміст завислих речовин* мінерального і органічного походження у воді і граничний розмір їх частинок залежить від типу крапельниць і конструкції емітерних ліній (табл. 1.1).

1.1. Допустимі значення завислих частинок у воді та їх розміри **[31]**

Розмір прохідних отворів, мм	**Завислі частинки**		**Гідробіонти**	
	концентрація, г/дм^3	**розмір частинок, мкм**	**концентрація, г/дм^3**	**розмір частинок, мкм**
Менше 1	30-50	Менше 50	5	Менше 50
1-2	50-100	Менше 70	10	Менше 100
Більше 2	100-300	Менше 100	15	Менше 150

Вміст зважених речовин в поливній воді визначають ваговим методом після фільтрації води через паперовий фільтр. Крупність завислих частинок встановлюють піпеточно-фракціометричним методом, або за допомогою торсійних терезів.

Допускається короткочасне перевищення показників вмісту завислих речовин в поливній воді на 20-30 % при обов'язковій промивці поливної мережі [24].

При зрошенні водою, що містить фітопланктон, швидкість біообростаня (біогенність) трубопроводів і крапельниць не повинна перевищувати 0,5 г/м^2 площі контакту за 100 годин поливу [12, 24]. Біогенність рекомендується визначати за методом експонування індикаторного скла і зразків.

Якість зрошувальної води за термодинамічними показниками визначають за активністю іонів водню, натрію, кальцію та співвідношенням натрієво-кальцієвого потенціалу (індексу стабільності I_C). Він характеризує корозійну властивість води або випадіння в осад важкорозчинних карбонатів кальцію в результаті порушення карбонатно-бікарбонатної рівноваги. Величина його повинна бути в межах $-0{,}5<I_C<+0{,}5$.

При $I_C<-0{,}5$ можлива корозія механічних частин водопровідної системи. В цьому випадку необхідно передбачати їх антикорозійний захист. При $I_C>+0{,}5$ можливе випадіння в осад карбонату кальцію, що призводить до вторинного забруднення поливної води і засмічення трубопроводів з крапельницями.

При аналізі величин граничних значень окремих інгредієнтів якості води необхідно враховувати, що суттєво впливає на них спосіб укладки поливних трубопроводів (наземний, підземний), режим зрошення, сонячна радіація, температура та інші фактори впливу навколишнього середовища.

Наземна укладка трубопроводів спричиняє нагрівання поливної води і температурну коагуляцію колоїдних частинок, порушення карбонатно-бікарбонатної рівноваги і утворення важкорозчинних сполук, що викликають засмічення трубопроводів і закупорювання водоводів крапельниці.

При обробці трубопроводів і крапельниць розчинами кислот, мідного купоросу, хлористого вапна та інших реагентів, допускається подача води з pH=3-4 протягом 2 - 3 годин, за умови наступної промивки звичайною водою в краплинному режимі поливу тривалістю не менше 2 годин.

Екологічні критерії повинні визначати якість води для зрошення з врахуванням необхідності забезпечення безпечної санітарно-гігієнічної обстановки на даній території і охорони навколишнього середовища.

Для попередження можливого негативного впливу на компоненти природного середовища та на здоров'я населення проводиться оцінка якості води для зрошення за екологічними, гігієнічними та токсикологічними критеріями відповідно до ГОСТ 17.1.2.03-90.

При оцінці якості води для зрошення за екологічними критеріями виділяють два класи води:

I клас – „Придатна”,

II клас – „Обмежено придатна”.

Вода більш низької якості, показники якої виходять за межі значень II класу, непридатна для зрошення без попереднього поліпшення її складу і властивостей.

Воду II класу використовують для зрошення за екологічного контролю та обов'язкового застосування комплексу агромеліоративних заходів. Якщо за різними групами показників воду для зрошення віднесено до різних класів якості, її оцінюють за гіршим показником.

Нормування якості води для зрошення за екологічними критеріями відповідно до ГОСТ 17.1.2.03-90 необхідно здійснювати за двома групами показників якості води:

а) показники першої групи характеризують властивості води для зрошення і вміст речовин, необхідних у певній кількості для нормального функціонування агроекосистеми. Нормування показників проводять з позиції біологічної повноцінності та позитивного впливу на екологічне благополуччя об'єктів навколишнього природного середовища;

б) друга група відображає властивості води і вміст речовин, що негативно впливають на стан і функціонування агроекосистеми та компонентів навколишнього природного середовища. Нормують ці показники з позиції умов придатності води для зрошення.

Перша група містить такі загально-екологічні та еколого-гігієнічні показники: вміст азоту (NH_4^{+1}, NO_3^{-1}, NO_2^{-1}) і фосфору (PO_4^{-3}), мг/дм^3; вміст мікроелементів (марганцю, заліза, міді, бору, фтору, кобальту, цинку, молібдену), мг/дм^3; вміст БПК$_5$ – біологічна потреба в кисні, мгO_2/дм^3

Друга група містить такі показники:

а) еколого-токсикологічні: (вміст фенолів, мг/дм^3;вміст нафти і нафтопродуктів, мг/дм^3; вміст детергентів (синтетичних миючих засобів), мг/дм^3; вміст важких металів (свинець, ртуть, кадмій, селен, миш’як, хром загальний, алюміній, літій, берилій, вольфрам, вісмут, нікель, ванадій, стронцій), мг/дм^3; вміст пестицидів, мг/дм^3);

б) санітарно - бактеріологічні: (наявність патогенних мікроорганізмів; наявність бактерій групи кишкової палички в 1 дм^3 води (колі-індекс); наявність фагів кишкової палички (індекс колі – фагів); наявність життєздатних яєць гельмінтів (глистів); вміст БПК$_5$ – біологічна потреба в кисні, мгО$_2$/дм^3);

в) радіоактивні речовини (нормуються за нормативними документами).

Не допускається полив водою, епідеміологічні і паразитологічні показники якої перевищують санітарні норми. Допустимі концентрації шкідливих для людини і тварин речовин в поливній воді приймають за встановленими нормами [12].

Оцінку якості зрошувальної води за показником вмісту макроелементів живлення рослин здійснюють для того, щоб запобігти погіршенню еколого-гігієнічних показників якості сільськогосподарської продукції, а також еколого-гігієнічного стану підземних та поверхневих вод, а за вмістом окремих мікроелементів (важких металів і пестицидів), щоб запобігти негативному впливу на сільськогосподарські рослини, ґрунти, підземні та поверхневі води.

Граничні значення концентрації окремих елементів, що впливають на екологічні критерії придатності води для зрошення наведені в табл. 1.2.

1.2. Критерії якості води для зрошення за екологічними показниками **[31]**

Назва речовини	**Гранично-допустима концентрація, мг/дм^3**	**Назва речовини**	**Гранично-допустима концентрація, мг/дм^3**
Марганець	0,1	Кадмій	0,001
Залізо	5,0	Селен	0,001
Мідь	0,2	Миш'як	0,05
Бор	0,5	Хром (Cr^{+6})	0,05
Фтор	1,5	Алюміній	0,5
Кобальт	0,05	Берилій	0,0002
Цинк	2,0	Нікель	0,1
Молібден	0,25	Стронцій (стабільний)	7,0
Феноли	0,001	N – NH_4	2,0
Похідні нафти	0,1-0,3	N – NO_3	10,0
Свинець	0,03	N – NO_2	3,3
Ртуть	0,0005		

Вміст розчиненого кисню у воді повинен бути не менше 50 % насичення.

Загальна жорсткість води не повинна перевищувати 9-10 мг-екв/дм^3.

Якщо якість води не відповідає вимогам, то її використовують для зрошення тільки після проведення відповідних меліораційних заходів.

1.2. Класифікації систем краплинного зрошення

Існує декілька видів класифікацій систем краплинного зрошення: за конструкцією, за розміщенням трубопроводів, за ступенем автоматизації, за характером зволоження ґрунту.

За конструкцією розрізняють:

- *стаціонарні системи* – призначені для поливу багаторічних насаджень і рослин в теплицях. Вони потребують відносно великих капітальних затрат;
- *стаціонарно-сезонні системи* – застосовують для поливу однорічних культур, і потребують щорічних монтажних і демонтажних робіт, а також затрат на збереження в міжполивний сезон;
- *системи сезонного використання* – застосовують для зрошення однорічних культур. Поливну трубопровідну мережу виконують із дешевих матеріалів, що потребує щорічного монтажу і демонтажу.

Як показує зарубіжний і вітчизняний досвід, для овочевих культур найефективнішими є конструкції систем краплинного зрошення сезонного та сезонно – стаціонарного типу із-за їх невеликої вартості. В системах сезонного типу всі складові придатні для монтажу на початку і демонтажу наприкінці вегетаційного періоду. В системах сезонно - стаціонарного типу мережу магістральних і розподільних трубопроводів влаштовують стаціонарно з підземним розташуванням багаторічного використання, а мережу ділянкових і поливних трубопроводів – із можливістю щорічного монтажу і демонтажу.

За розміщенням поливних трубопроводів:
- *системи з укладкою поливних трубопроводів на поверхню ґрунту* – застосовують коли бур'яни можна знищувати гербіцидами. При цьому знижується вартість будівництва, але створюються перешкоди для механізованого обробітку ґрунту;
- *системи з розташуванням поливних трубопроводів на шпалері* – застосовують для поливу плодових і декоративних культур. При цьому покращуються умови механізованого обробітку ґрунту, але збільшуються затрати на створення шпалери. Тому цей спосіб застосовують тільки в тих випадках, коли основну культуру вирощують на шпалері (наприклад у виноградниках);
- *системи з укладкою всіх трубопроводів мережі нижче поверхні ґрунту* – дозволяють підвищити строк служби поліетиленових трубопроводів. Будівництво можливе тільки на ділянках, ще не зайнятих культурами. Збільшуються капітальні затрати, важко контролювати працездатність трубопроводу і крапельниць, але покращуються умови догляду за культурою і боротьби з бур'янами.

Найкраще себе зарекомендували у виробництві системи з укладкою поливних трубопроводів на поверхню ґрунту, особливо при вирощуванні овочів. При вирощувані садів і виноградників досить часто розташовують трубопроводи на шпалері.

За ступенем автоматизації:
- *автоматичні системи* – всі технологічні операції по системі (визначення початку поливу, його тривалості, управління водорозподілом, контроль за роботою системи та ін.) виконують автоматично;
- *автоматизовані системи* – технологічні операції на системі автоматизовані частково;
- *системи з ручним управлінням* – всі технологічні операції управління системою виконує оператор.

Системи за ступенем автоматизації підбирають в залежності від цінності вирощуваних сільськогосподарських культур.

За ступенем відповідності інтенсивності водоподачі і водоспоживання:

- *абсолютно синхронні системи* – водоподача на системі протягом вегетації і доби відповідає водоспоживанню сільськогосподарських культур і їх фізіологічним особливостям. Системи потребують безперервного управління і регулювання інтенсивності водоподачі, що досягається досить складними технічними засобами. Інтенсивність водоподачі в жаркі години доби повинна в 1,5-2,0 рази перевищувати середньодобову, що потребує збільшення пропускної здатності трубопровідної мережі;
- *системи синхронні в добовому циклі* – відповідність водоподачі і водоспоживання протягом вегетації і в середньому за добу. Водоподача протягом доби здійснюється монотонно з середньодобовою інтенсивністю. Пропускна здатність мережі є мінімально можливою;
- *напівсинхронні системи* – відповідність водоподачі протягом вегетації і періодичності поливу протягом доби з видачею добової норми водоспоживання. Потребують організації водообігу на системі, а порівняно висока інтенсивність водоподачі збільшує пропускну здатність трубопроводів;
- *періодичні системи* – відповідають водоподачі водоспоживання протягом вегетації і потребують організації водообігу на системі. Занижені вимоги до водопідготовки.

Важко витримати всі необхідні умови для водоспоживання сільськогосподарських культур, тому частіше застосовують періодичні системи, вода в яких подається з досить великими перервами.

За характером зволоження:

- *локальне зволоження ґрунту безпосередньо біля кожної рослини* – крапельниці встановлюють безпосередньо біля кожного дерева чи куща, якщо густота рослин до 2,6 тис. шт./га.
- *смугове локальне зволоження ґрунту вздовж рослин* – крапельниці встановлюють вздовж ряду рослин, застосовують при густоті рослин більше 2,6 тис. шт./га.

За характером зволоження системи підбирають насамперед в залежності від сільськогосподарських культур (при поливі садів або овочів).

1.3. Технічні засоби і елементи систем краплинного зрошення

Отже, можна констатувати, що краплинне зрошення завдяки численним перевагам сьогодні є основою переведення зрошуваного землеробства на інтенсивний розвиток. Тому знання стану технічних засобів і технологічних особливостей краплинного зрошення є такими ж необхідними, як знання традиційних засобів і технології сільськогосподарського виробництва.

Вибір конструкції систем краплинного зрошення залежить від кліматичних, геоморфологічних, ґрунтових, гідрогеологічних, геологічних і господарських умов території, а також якості води для зрошення. Основними елементами систем краплинного зрошення є: водозабір, насосна станція, вузол підготовки води та внесення добрив, мережа магістральних, розподільних і поливних трубопроводів з крапельницями, лінії зв'язку, система автоматизації, вітрозахисні лісосмуги,та ін. (дивись рис. 1.1.).

У кожному випадку конструкція системи може змінюватись відповідно до конкретних умов її застосування. При цьому, надійність роботи систем краплинного зрошення визначається її основними елементами, до яких, насамперед, належать крапельниці та технічні засоби підготовки (очищення) води.

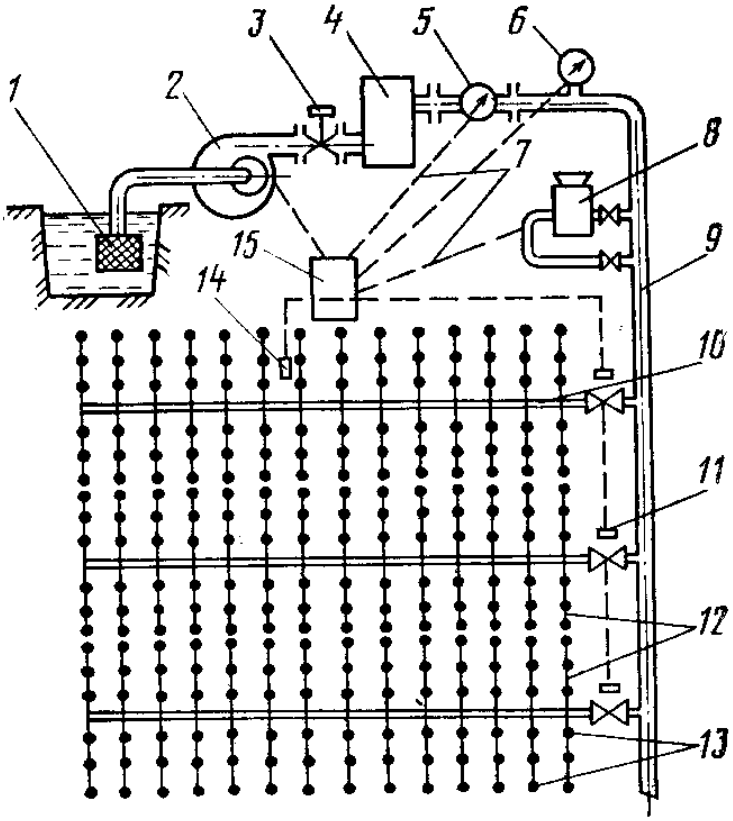


Рис. 1.1. Схема системи краплинного зрошення:

1 – водозабір; 2 – насосна станція; 3 – головна засувка; 4 – фільтр; 5 – водомірний пристрій; 6 – манометр; 7 – канали зв'язку; 8 – вузол для внесення добрив; 9 – магістральний трубопровід; 10 – розподільний трубопровід; 11 – дистанційна засувка; 12 – поливні трубопроводи; 13 – крапельниці; 14 – датчик необхідності поливу; 15 – пульт управління.

Джерелом зрошення можуть бути річки, озера, водосховища, обводнювальні і зрошувальні канали, води місцевого поверхневого стоку, а також підземні води. Водозабірні споруди і насосні станції обладнують сміттяутримуючими ґратами. Оскільки якість води природних джерел не завжди відповідає сучасним вимогам, одним із головних елементів систем краплинного зрошення є засоби очищення води від механічних і біологічних забруднень. Технологічну схему очистки води для конкретної ділянки обирають, виходячи з якості води у джерелі водопостачання, прийнятих типів трубопроводів та їхніх вимог до ступеня очищення води. Розчинні добрива перед подачею їх у зрошувальну мережу підлягають також попередньому очищенню.

Контрольні запитання:

1. *Які ділянки в першу чергу відводять під системи краплинного зрошення?*
2. *Які основні вимоги пред'являють до якості зрошувальної води при краплинному зрошенні?*
3. *Які критерії враховують при оцінці якості зрошувальної води?*
4. *На що впливають агрономічні критерії якості води?*
5. *Що таке I і II клас якості зрошувальної води?*
6. *Що таке індекс сухості за Будико М.І.?*
7. *Для чого застосовують натрієво-адсорбційне відношення SAR?*
8. *Чому не рекомендують при краплинному зрошенні використовувати воду з великим вмістом фітопланктону?*
9. *Як технічні критерії впливають на якість зрошувальної води?*
10. *Які є екологічні критерії якості води і на що вони впливають?*
11. *Як класифікують системи краплинного зрошення за конструкцією?*
12. *Як можуть розташовуватись поливні трубки на ділянці зрошення?*
13. *Які ступені автоматизації систем краплинного зрошення?*
14. *В якій мірі співпадає інтенсивність водоподачі і водоспоживання на різних системах краплинного зрошення?*
15. *За яких умов застосовують локальне зволоження ґрунту, а коли смугове?*
16. *З яких основних елементів складається система краплинного зрошення?*
17. *Що розуміють під терміном „мікро зрошення"?*
18. *Назвіть основні способи мікрозрошення.*
19. *Назвіть технологічні особливості краплинного зрошення.*
20. *Коли був відкритий поліетилен високого і низького тисків?*
21. *Коли і ким вперше була запропонована конструкція крапельниці?*
22. *Назвіть основні переваги краплинного зрошення порівняно з традиційним способом поливу.*
23. *Як розвивалось краплинне зрошення в Україні?*
24. *Які сільськогосподарські культури рекомендують вирощувати при краплинному способі зрошення?*
25. *Які класи води виділяють за екологічним критеріями в системах краплинного зрошення?*
26. *З чого складається принципова схема краплинного зрошення?*
27. *Назвіть основні природні джерела води для систем краплинного зрошення.*

РОЗДІЛ 2. ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ КРАПЕЛЬНИЦЬ І ПОЛИВНИХ СТРІЧОК

Що стосується крапельниць, то ці важливі елементи систем краплинного зрошення за майже 50-річний період свого розвитку в технічному плані пройшли величезний шлях: від першої крапельниці, що представляла собою поліетиленову трубку невеликого діаметра у вигляді спіралі чи просто прямолінійного її відрізка певної довжини - до технічно складного елемента, в якому відбувається не лише гасіння тиску та дозування витрати, а ще й регулювання витрати при зміні робочого тиску та створення режиму течії, що мінімізує можливість відкладання осаду тощо.

На перших системах краплинного зрошення в Україні застосовували досить дорогі поліетиленові зрошувальні трубопроводи багаторазового використання на яких кріпились окремі крапельниці - водовипуски типу „Молдавія-1А”, „Горна”, КУ-1, К-383, „Таврія” та інші. Нажаль ці системи відпрацювали свій строк, і в зараз майже не застосовуються. В довідниковій літературі вони добре представлені, тому в цьому посібнику їх не має потреби розглядати [4, 12, 17].

В наш час найбільшого розповсюдження набули системи з відносно дешевими поліетиленовими стрічками, в яких вмонтовані емітери різних конструкцій. З точки зору строку експлуатації трубка буває однорічна, або багаторічна. В кожної з них є свої переваги і недоліки. В принципі недоліки зводяться до ціни, нерівномірності зрошення і можливості повторного використання. Останнім часом стало питання вибору виробника системи краплинного зрошення (в основному виробника зрошувальної трубки) постільки більш як 20 фірм виробляють подібну продукцію.

В найбільш узагальненому вигляді всі крапельниці поділяють за способом розміщення щодо поливного трубопроводу на два основних типи (види): *тупикові* (ON LINE), що монтують на зовнішньому боці трубопроводу, та *інтегровані* (IN LINE), що розміщені всередині самого трубопроводу при його виробництві. Тупикові крапельниці з’явились першими і 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.

Серед крапельниць, як тупикових, так і інтегрованих, розрізняють крапельниці з регульованими та нерегульованими витратами. Перші з них характеризуються постійними витратами в певному діапазоні зміни робочого тиску. Застосування їх дає можливість забезпечити вищу рівномірність водорозподілу вздовж поливних трубопроводів більшої довжини на рівнинних ділянках і в умовах пересічного рельєфу. З технічної точки зору вони є більш

складними, а значить, і дорожчими. В нерегульованих крапельницях витрата є функцією тиску. Тому вони можуть застосовуватися здебільшого на рівнинному рельєфі, або на силових землях при використанні спеціальних схем розміщення поливних трубопроводів і засобів регулювання тиску на кожному поливному трубопроводі. Це робить такі схеми більш громіздкими, а системи краплинного зрошення з їхнім застосуванням – дорожчими.

Крапельниці можуть також розрізнятися за способом регулювання витрат, режимом течії води, формою, розмірами, іншими конструктивними особливостями. В практичній роботі знання таких технічних тонкощів не є необхідним. Більш важливим, на наш погляд, є те, що тупикові крапельниці можна застосовувати лише за умови монтажу на жорстких, переважно поліетиленових трубах циліндричної форми діаметром 12, 16, 20 та 25 мм з товщиною стінки від 0,7 до 2,2 мм. А інтегровані крапельниці можна встановлювати як у жорстких трубах, так і плівкових. При цьому в жорстких трубах можуть монтуватися інтегровані крапельниці, як правило, двох видів за формою – плоскі та циліндричні. За всіх інших рівних умов застосування перших є більш доцільним, оскільки вони створюють менший опір всередині труби, а, отже, при їхньому застосуванні втрати тиску вздовж трубопроводу будуть меншими. Це дає можливість використовувати трубопроводи більшої довжини при одній і тій самій рівномірності водоподачі, особливо за умови застосування крапельниць з нерегульованими витратами.

Що стосується плівкових трубопроводів з інтегрованими крапельницями, то за конструкцією принципом їхнього розміщення можна виділити два основні типи: трубопроводи з крапельницями, що розміщуються дискретно, через певний інтервал всередині трубопроводу, та крапельниці, що мають форму суцільного лабіринту з регулярно влаштованими впускними та випускними отворами, розташованими з внутрішнього та зовнішнього боків трубопроводу, відповідно. При цьому крапельниці першого типу можуть бути як регульованими, так і нерегульованими; другого – здебільшого нерегульовані.

Плівкові трубопроводи обох типів є сьогодні найбільш поширеними. Завдяки появі плівкових трубопроводів з інтегрованими крапельницями краплинне зрошення отримало широке і практично безальтернативне використання для поливу овочевих, баштанних і багатьох цінних технічних культур у відкритому ґрунті.

Всі поливні трубопроводи можна розділити на декілька видів:

- *стрічки (плівкові трубопроводи)* – отримують при склеюванні смужок поліетилену, в результаті чого утворюється канал водовипуску (Aqua TraXX, T-Tape, Ro-DRIP);
- *трубки* – центрально витягнутий продукт, що отримують за допомогою екструдерів (Drip In, ЭЛКО, Eurodrip, Netafim).

Класифікація за типом крапельниці:

- *жорсткі крапельниці* – окремий елемент трубки краплинного зрошення з великою кількістю лабіринтів. Бувають плоского і круглого типу (Drip In, ЭЛКО, Eurodrip, Netafim);

- *м'які крапельниці* – невіддільний елемент трубки краплинного зрошення (Aqua TraXX, T-Tape, Ro-DRIP).

Класифікація за ступенем компенсованості:

- *не компенсовані* – при зміні тиску змінюється витрата води (Drip In Classic, new GR Eurodrip);
- *компенсовані* – при зміні тиску всередині трубки краплинного зрошення витрата води залишається незмінною (Aqua TraXX, T-Tape, Drip In PC, PC2 Eurodrip).

Нині на ринку України представлена велика кількість плівкових трубопроводів з інтегрованими крапельницями, переважно зарубіжних виробників. Далі наведені технічні характеристики найпоширеніших трубопроводів в Україні.

Звичайно, всі ці крапельні трубопроводи мають різні технічні характеристики (діаметр, товщину стінки, відстань між крапельницями, величину витрат тощо) та вартість. Тому при облаштуванні системи зрошення вибір типу поливного трубопроводу є складним завданням і має здійснюватися кваліфікованими фахівцями. Треба сказати, що саме правильний вибір типу поливного трубопроводу та його розміщення в плані дає можливість створити систему краплинного зрошення, що за своїми технічними можливостями зможе забезпечувати реалізацію технологічного процесу з потрібною надійністю. Основною вимогою при виборі поливного трубопроводу має бути максимальна відповідність його технічних характеристик конкретним умовам застосування за критерієм „ціна – якість".

2.1. Краплинна стрічка Aqua TraXX від компанії Irritrol Systems

Краплинна стрічка Aqua TraXX розроблена компанією Irritrol Systems (Італія). Офіційним ділером в України є фірма „Техносервіс" (м. Мелітополь). Зовнішньою особливістю даної поливної стрічки є наявність подвійної поздовжньої синьої смужки, яка повинна знаходитись зверху при укладці на поверхню ґрунту.

Aqua TraXX створена за безшовною технологією. Лазерні секційні водовипуски на емітерах забезпечують високу стійкість стрічки до засмічення. Більш як 200 фільтруючих отворів для кожного водовипуску гарантують постійний і рівномірний водний потік. Вдала конструкція емітерів дає можливість застосовувати підвищену довжину трубки з рівномірною витратою по всій довжині стрічки. В залежності від витрати максимальна допустима довжина може коливатись від 146 м до 246 м (додаток А).

Поливну стрічку можна укладати як на поверхні ґрунту, так і в ґрунт. Для укладки поверх ґрунту необхідно застосовувати стрічку тільки із світло - стабілізуючого поліетилену (чорного кольору), при укладці в ґрунт можна застосовувати стрічку із прозорого поліетилену. При застосуванні прозорої стрічки на поверхні ґрунту можливий підвищений ріст фітопланктону і заростання отворів емітерів.

Схематична конструкція емітерної стрічки наведена на рис. 2.1.

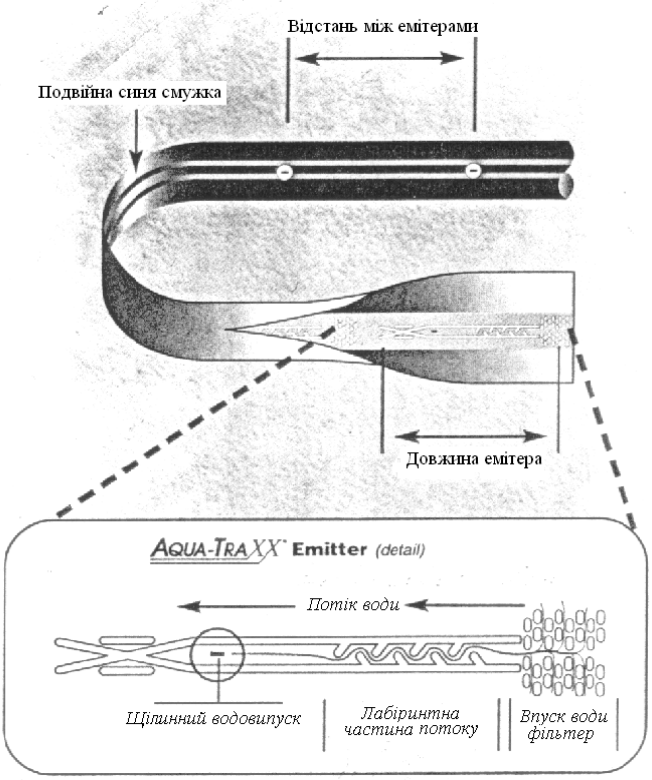


Рис. 2.1. Схематична конструкція поливної трубки Aqua TraXX

Для покращення умов роботи стрічки її випускають з широким спектром норм витрат крапельниць (0,57; 0,86; 1,02; 1,14; 1,45 л/г при тиску 0,7 атм.).

Стрічки Aqua TraXX застосовують для зрошення:

- просапних культур з неглибоко розташованою кореневою системою (суниці, брюссельська і білокачанна капуста);
- просапних культур із середньо і глибоко розташованою кореневою системою (томати, дині, кавуни, огірки, солодкий перець, гарбузи);
- багаторічних просапних культур (артишок, спаржа, тютюн);
- садів, виноградників;
- лікарських рослин.

Aqua TraXX підходить для зрошення тих сільськогосподарських культур, яким протипоказано змочування листя.

Існує 3 основних види стрічки Aqua TraXX: з великими, середніми і низькими витратами води. Кожний вид крапельниць закодований кольором на упаковці: червоний (висока витрата води – 1,14 л/годину), жовтий (середня витрата води – 0,86 л/годину, зелений (низька витрата води – 0,57 л/годину) при тиску 0,7 атм.

Установка стрічки: подвійна синя смуга повинна знаходитись зверху; Aqua TraXX може укладатись в ґрунт під чорну поліетиленову плівку, або на його поверхню; під час установки стрічку забороняється розтягувати, різати, перфорувати і терти; необхідно обробляти ґрунт проти шкідливих комах, що можуть пошкодити стрічку; укладена в ґрунт стрічка повинна бути під тиском протягом 24 годин, щоб запобігти зминання стрічки і зменшення прохід-

ного перерізу із - за ущільнення ґрунту; необхідно використовувати добре розчинні у воді добрива і промивати чистою водою після внесення добрив з поливною водою не менше 30 хвилин.

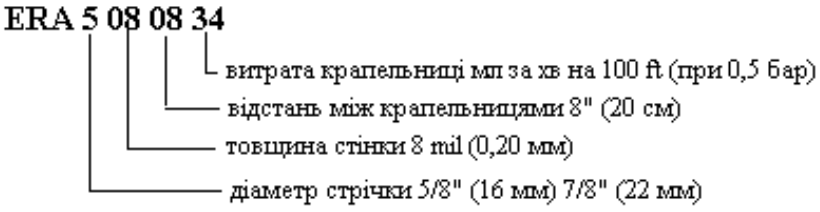
При використанні води, що містить органічні домішки (вода із відкритих водних джерел), рекомендується використовувати піщано-гравійні фільтри з гравієм фракції 0,5-2,0 мм.

В табл. 2.1. наведені основні характеристики різних видів стрічки. В додатку А наведена максимальна довжина при гарантованій рівномірності розподілу води по зрошуваній ділянці (однорідність емісії 85 і 90 %).

2.1. Характеристика видів поливної стрічки Aqua TraXX

Товщина стінок, мм	**Внутрішній діаметр, мм**	**Робочий тиск, атм.**		**Витрата крапельниць, л/год при тиску 0,7 атм.**			**Довжина бобіни, м**	**Розмір бобіни, см**
		мін.	**макс**	**червона**	**жовта**	**зелена**		
0,10	16	0,3	0,7	1,14	0,86	0,57	3962	55×28
0,15	16	0,3	0,7	1,14	0,86	0,57	3048	55×28
0,20	16	0,3	0,7	1,14	0,86	0,57	2286	55×28
0,25	16	0,3	0,7	1,14	0,86	0,57	1828	55×28
0,30	16	0,3	0,7	1,14	0,86	0,57	1554	55×28
0,38	16	0,3	0,7	1,14	0,86	0,57	1220	55×28
0,20	22	0,3	0,7	1,14	0,86	0,57	1828	55×28
0,25	22	0,3	1,0	1,14	0,86	0,57	1341	55×28

Маркірування стрічки Aqua TraXX:



2.2. Стрічки T-Tape® TSX® компанії T-Systems International

Компанія T-Systems International була заснована в 1977 році в Сан-Дієго (Каліфорнія), що дала початок розвитку і еволюції технології краплинного зрошення. Сьогодні T-Systems є визнаним світовим лідером в розробці, виробництві і постачанні стрічок для краплинного зрошення. T-Systems надає повний набір краплинних стрічок, придатних як для одноразового, так і багаторазового використання.

T-Systems має стратегічно розташовані по всьому світу фабрики, що забезпечують швидку поставку на місця і добрий сервіс при установці T-Tape TSX. T-Systems створила всесвітню мережу спеціалізованих ділерів, що забезпечують поставку і повний сервіс.

Мільйони бобін T-Tape® вже встановлені у всьому світі: на полях, в садах, на виноградниках, розсадниках і теплицях. T-Tape TSX зараз широко доступна дякуючи мережі спеціалізованих ділерів по зрошенню. Офіційний дистриб'ютор в Україні і СНД компанія „Терра ЛТД" (м. Одеса і м. Каховка).

За даними розробників матеріал, із якого виготовлена стрічка T-Tape TSX, набагато міцніший і більш витривалий, ніж аналогічні матеріали тієї ж товщини, що робить її ідеальною як для підземного, так і надземного застосування.

Щілиноподібна конструкція емітера зменшує ризик пошкодження комахами, перешкоджає проникненню коренів і практично запобігає блокування зовнішнім матеріалом при запуску системи.

Удосконалена технологія турбулентного потоку води забезпечує високу якість однорідності витрати при великій довжині стрічки. Для досягнення найбільшої довжини поливної стрічки із всіх доступних на ринку крапельних стрічок використовують модель T-Tape TSX 700.

Серію T-Tape TSX пропонують в трьох моделях, здатних задовольнити потреби сільськогосподарських виробників. Модель T-Tape TSX 500 призначена для стандартного економного застосування; модель T-Tape TSX 700 розрахована на великі і витягнуті поля; модель T-Tape TSX Tree & Vine (для дерев і виноградників) використовується для багаторічного застосування.

Для вибору та ідентифікації моделі стрічки інформація про неї надрукована безпосередньо на T-Tape TSX.

Кожний водовипуск є крапельним емітером, що забезпечує потрібне викапування води, без утворення струменя, який може руйнувати гряди і ушкоджувати листя.

Близько розташовані емітери створюють найбільш ефективну зону зволоження, формуючи буквально „стіну води”.

Компанія T-System пропонує повний набір фурнітури для легкого і економічного монтажу (додаток Ж).

На рис. 2.2. зображений переріз і наведена конструкція емітера трубки T-Tape. В додатку Б наведені умови застосування і максимальна допустима довжина поливної стрічки T-Tape.

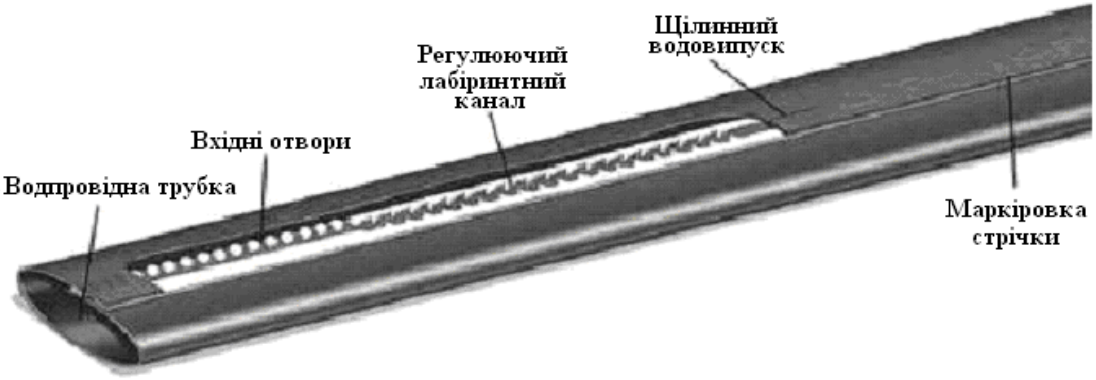


Рис. 2.2. Розріз поливної стрічки T-Tape

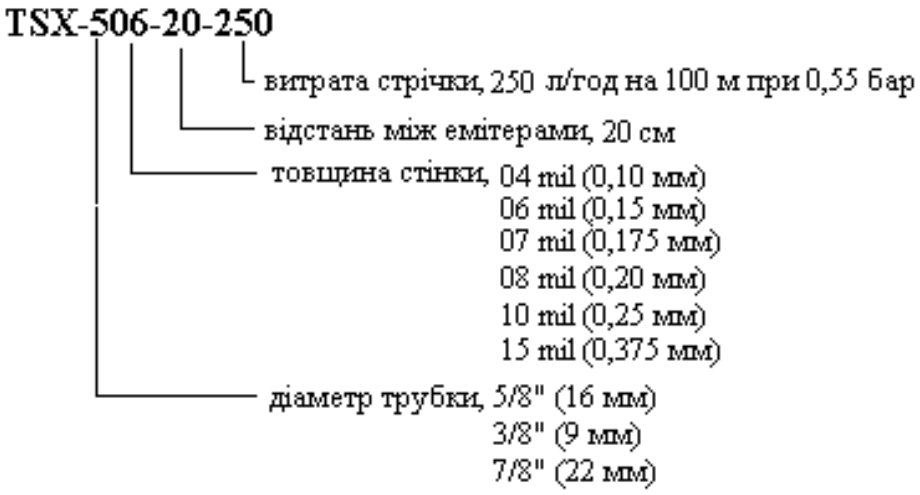
Робота інтегрованого емітера T-Tape TSX. Вода із водопровідної трубки потрапляє в регулюючий канал через велику кількість фільтруючих отворів. Потім вода потрапляє в лабіринтовий канал, що регулює витрату води, до того як вона потрапить у випускні отвори. Лабіринтовий канал є частиною турбулентного емітера, інтегрованого в краплинну стрічку. Досконала конструкція турбулентного емітера, має велику протяжність лабіринтового

каналу, що менш чуттєва до засмічення і забезпечує більш високу рівномірність розподілу поливної води в порівнянні з іншими конструкціями краплинних стрічок.

2.2.Технічні характеристики стрічки T-Tape

Модель	Діаметр, мм	Товщина стінки, мм	Довжина в бобіні, м	Робочий тиск, бар	Маса бобіни, кг	Розміри бобіни, см
TSX 504	16	0,100	4600	0,30-0,55	32	51×28
TSX 506	16	0,150	3050	0,30-0,70	32	
TSX 508	16	0,200	2300	0,30-1,05	30	
TSX 510	16	0,250	1830	0,30-1,05	30	
TSX 515	16	0,375	1250	0,30-1,05	30	
TSX 708	22	0,200	1695	0,30-0,70	30	51×28
TSX 710	22	0,250	1340	0,30-1,05	30	
TSX 715	22	0,375	915	0,30-1,05	30	

Маркірування стрічки T-Tape TSX:



2.3. Краплинна трубка Drip In

На Українському ринку поливних стрічок широко представлені трубки фірми Drip In двох видів PC (pressure compensating з компенсаторами тиску) і Classic Італійської компанії Agricultural Irrigation. Ці стрічки відносять до стрічок багаторічного використання так як вони мають підвищену товщину (в порівнянні з іншими стрічками), і тому мають більший строк експлуатації. Офіційним дистриб'ютором в Україні з продажу цих трубок є фірма „Техносервіс" (м. Мелітополь).

Нижче наведені характеристики цих стрічок

Краплинна трубка Drip In PC (pressure compensating)

Краплинні трубки Drip In PC випускають двох видів EHD PC E 16 і EHD PC E 20 із зовнішнім діаметром відповідно 16 і 20 мм. Товщина стінки в залежності від модифікації складає 1,1 і 1,2 мм. Емітери вмонтовані з поліетиленову трубку і мають складну конфігурацію (рис. 2.3).

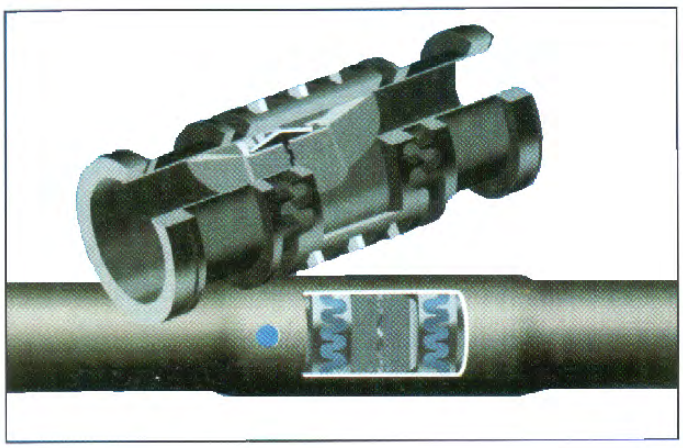
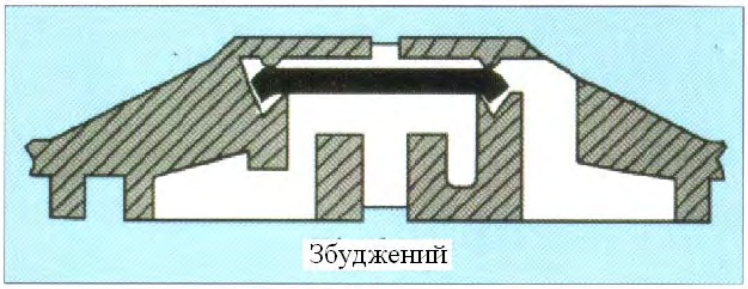


Рис. 2.3. Зовнішній вигляд краплинної трубки (*а*) Drip In і схема емітера (*б*).

Відстань між емітерами підбирають в залежності від умов поливу, і вона може становити 30, 40, 50, 60, 75 або 100 см. Витрата одного емітера також диференційована (1,6, 2,0, 2,4, 2,8, 4,0 л/годину). Поставляють їх у бобінах довжиною в залежності від діаметра трубки, відповідно 400 і 300 м, маса бобіни 21 кг, і габаритні розміри 80×30 см.

Для регулювання рівномірності подачі води вздовж поливної трубки на емітерах вмонтовані компенсатори тиску (Pressure compensating). Схема роботи таких компенсаторів представлена на рис. 2.4.



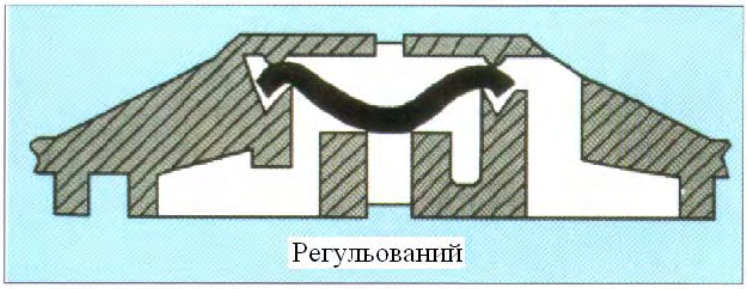


Рис. 2.4. Схема роботи компенсаторів, що вмонтовані на емітерах поливної трубки Drip In PC

Максимальна допустима довжина для різних варіантів розташування емітерів, їх витрати і тиск в мережі наведені в додатку В. Витрат-но-напірна характеристика наведена на рис. 2.5.

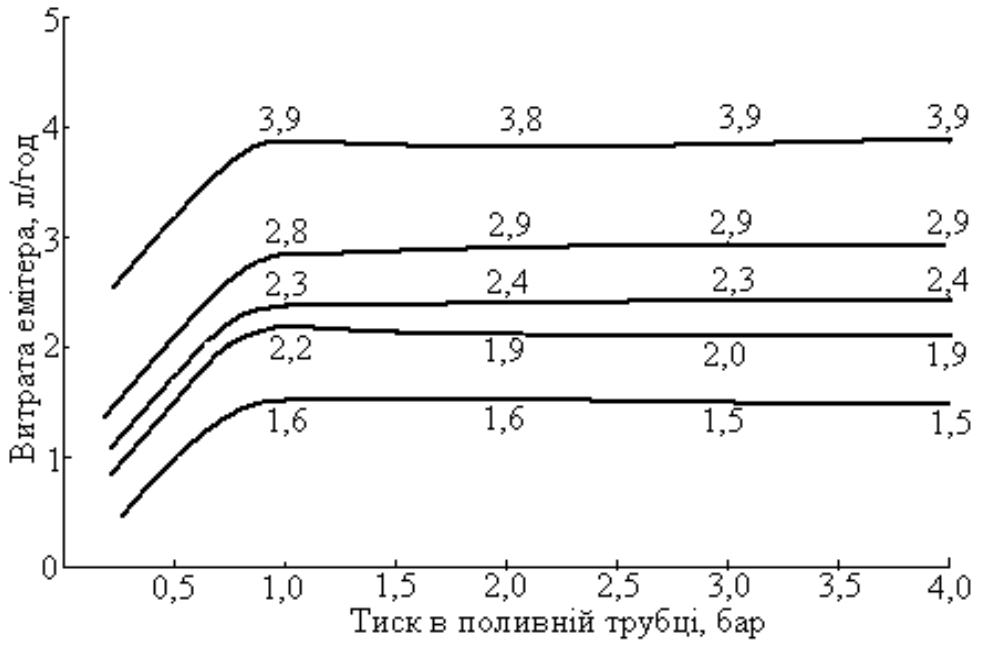
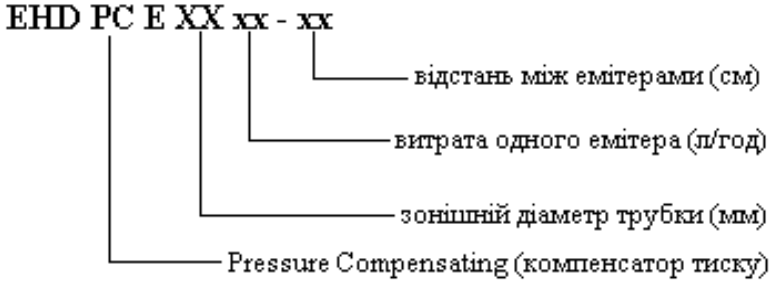


Рис. 2.5. Витратно-напірна характеристика емітерів Drip In PC

Маркірування стрічки Drip In PC (pressure compensating)



Краплинна трубка Drip In Classic

Краплинні трубки Drip In Classic також випускають двох видів (EHDE 16 і EHDE 20). Вони мають деякі конструктивні відмінності в будові емітерів, тому витрати емітерів дещо змінені. Так, витрата емітера трубки EHDE 16 складає 1,5, 2,0 3,0 і 4,0 л/годину, а трубки EHDE 20 – 1,5, 2,5 і 4,0 л/годину. Всі інші характеристики схожі на краплинну трубку Drip In PC.

Витратно-напірна характеристика краплинної трубки Drip In Classic наведена в табл. 2.3. Максимальна допустима довжина трубки з витратою, що змінюється в межах ±5 % від номінальної наведена у табл. 2.4.

2.3. Витратно-напірна залежність Drip In Classic

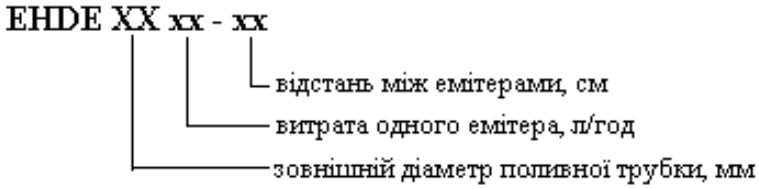
Розрахункова витрата, л/годину	**Тиск, бар**						
	0,7	**1,0**	**1,4**	**1,7**	**2,0**	**2,4**	**2,7**
	витрата, л/годину						
1,5	1,2	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6
2,0	1,7	2,0	2,3	2,6	2,9	3,0	3,2
3,0	2,5	3,0	3,5	3,9	4,3	4,6	4,9
4,0	3,4	4,4	4,9	5,6	6,1	6,7	7,1

2.4. Максимальна довжина трубки з витратою, що змінюється ±5 % від номінальної

Відстань між емітерами, см	Drip In Classic 16 mm				Drip In Classic 20 mm			
	Номінальна витрата, л/годину							
	1,6	2,0	3,0	4,4	1,6	2,0	3,0	4,4
45	95	77	59	50	145	120	110	75
50	98	84	65	51	152	130	120	80
60	120	96	74	65	180	150	135	95
75	132	114	88	70	206	114	156	108
90	155	130	100	80	240	177	185	125
105	175	145	112	90	270	203	205	140
125	190	160	123	100	295	250	225	155
150	225	188	144	115	340	292	260	180

Для визначення розрахункової довжини поливної трубки Drip In Classic можна скористатись графіками в додатку Г.

Маркірування стрічки Drip In Classic



2.4. Системи краплинного зрошення СКОФ і емітерні лінії ЭЛКО

Системи краплинного зрошення СКОФ і ЭЛКО розроблені і впроваджені у виробництво на «Заводі «Факел» (м. Донецьк).

Системи краплинного зрошення СКОФ (квадра, відстійник, фільтр) призначені для поливу і живлення рослин, що вирощують в теплицях на ґрунтових компостах, і методом малооб'ємної технології, а також на відкритих ґрунтах при овочівництві, виноградарстві, садівництві. Ці системи мають два різновиди КОФ і КОФ-Н.

Крапельниці КОФ доцільно використовувати в невеликих теплицях, або на невеликих площах відкритого ґрунту, так як їх робота можлива без коштовного фільтруючого обладнання. *Крапельниці КОФ-Н* (напірні) використовують в теплицях площею від 0,5 га з обов'язковим фільтруванням поливного розчину. Вони здійснюють найбільш точне дозування поживного розчину.

Емітерні лінії краплинного зрошення ЭЛКО призначені для використання на відкритих ґрунтах і в теплицях при вирощуванні овочів, ягід, виноградників, садів, з обов'язковим фільтруванням поливного розчину.

Крапельниці КОФ і КОФ-Н

Кожна крапельниця КОФ має чотири розподільних дозуючих канали, мікрофільтр і поєднанні з відстійником (рис.2.6). Вони призначені для експлуатації без надійного фільтруючого обладнання, і при цьому зберігають високу працездатність не менше як на 1 сезон. Такі крапельниці з успіхом працюють на неве-

ликих ділянках, коли дороге фільтруюче обладнання застосовувати не доцільно. В міжсезоння, розбирати і промити їх, не складає великих труднощів.

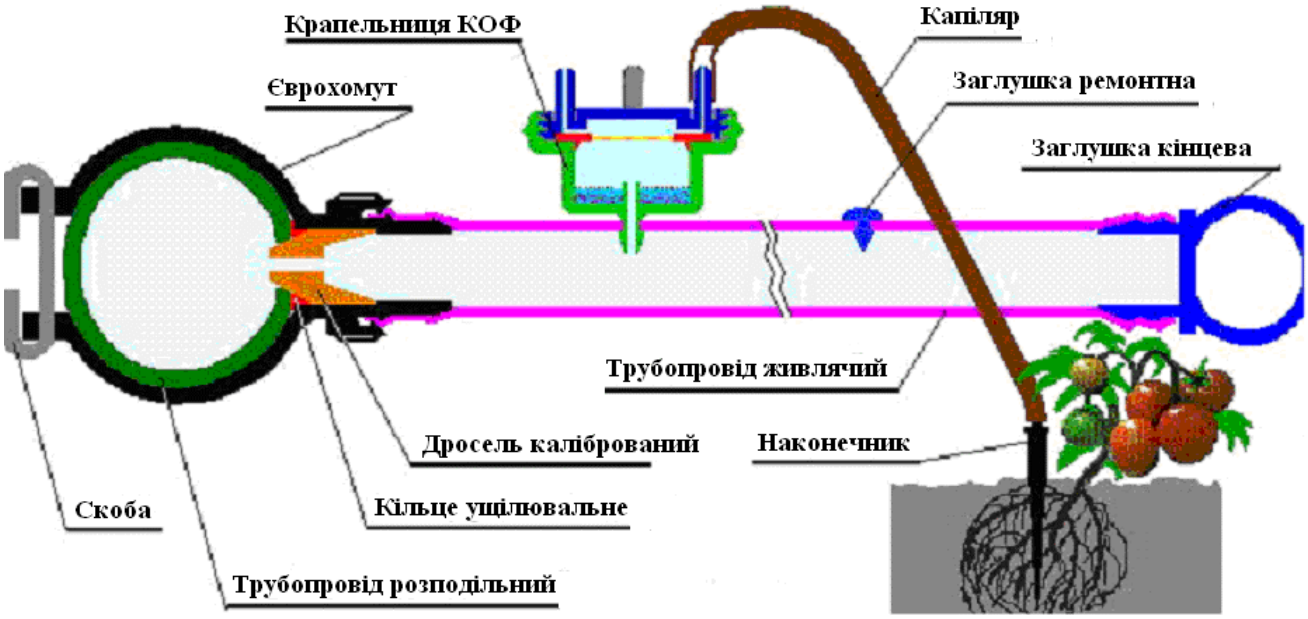


Рис. 2.6. Схема роботи системи краплинного зрошення КОФ і КОФ-Н

Крапельниці КОФ-Н (напірні) обладнані, крім фільтрів, відстійників і 4-х роздільних дозуючих каналів, зворотними клапанами, що запобігають витіканню (перетіканню) поливного розчину із крапельниць і трубопроводів, і тримають всю систему під напором. Вони призначені для точної роздачі поживного розчину, при роботі з вузлами приготування поживного розчину – УППР або РУ, виробництва «Заводу «ФАКЕЛ», або з іншими подібними пристроями, що мають достатньо надійне фільтруюче обладнання.

Крапельниці КОФ-Н комплектують зворотними клапанами, що відкриваються від тиску 0,05 кг/см^2.

При необхідності, крапельниці КОФ і КОФ-Н легко розбираються для промивки порожнини відстійника, мікрофільтра і дозуючих каналів.

Дозування поживного розчину крапельниць КОФ і КОФ-Н визначається прохідним перерізом дозуючих каналів і тиском на вході крапельниць. Враховуючи те, що при застосуванні крапельниць кожен із 4-х дозуючих каналів, а також клапан в крапельниці КОФ-Н, випробовують на величину прохідного перерізу крапельниці, завод «ФАКЕЛ» гарантує високий ступінь рівномірності роздачі поживного розчину.

Емітерні лінії крапельного зрошення – ЭЛКО

Для зрошення відкритих ґрунтів при вирощуванні овочів, ягід, квітів, виноградників, садів завод "ФАКЕЛ" випускає емітерні лінії краплинного зрошення (безкапілярні) – ЭЛКО (рис.2.7). Їх з успіхом застосовують і в теплицях.

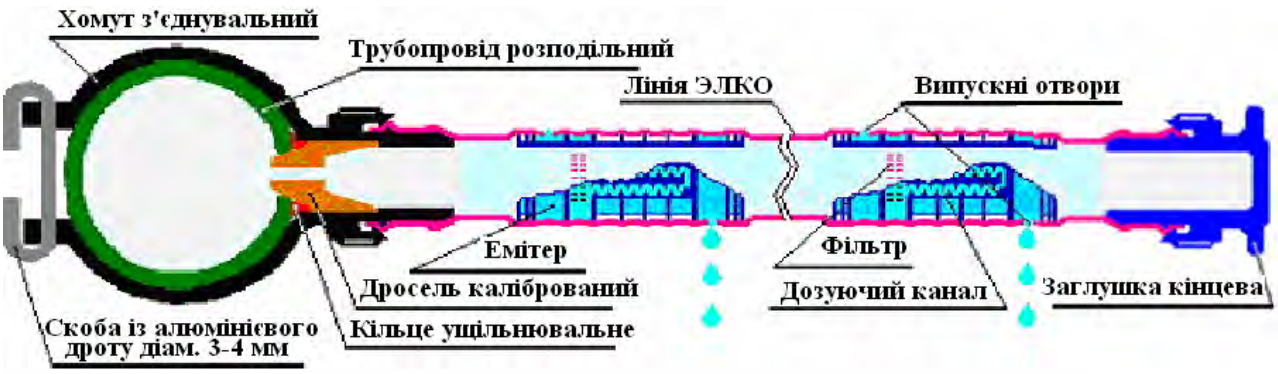


Рис. 2.7. Схема роботи емітерної лінії ЭЛКО

Лінії ЭЛКО складаються із поліетиленових трубок діаметром 16 мм, в які впаяні емітери на відстані 20, 25, 30, 50 см. За замовленням відстань між емітерами може бути виконана будь-яка, в т.ч. з інтервалами. Наприклад, для зрошення садів, виноградників, кущів, емітери можуть бути розташовані: пакет із 2-х штук через 25 см один від одного, а потім інтервал 0,5–1,5 м, за ним наступний пакет із 2-х штук через 25 см, і т.д.Кількість емітерів і відстані між ними в пакеті, а також інтервали між пакетами можуть бути будь-якими.

Лінії ЭЛКО укладають на поверхню ґрунту біля кожного ряду рослин і, їх бажано, накривати соломою або тирсою, шаром 1–5 см. Це захищає їх від прямих сонячних променів, і значно продовжує номінальний строк експлуатації.

Можлива укладка однієї лінії ЭЛКО між двома рядами, але при цьому ряди повинні бути розташовані не більше 0,3 м один від одного. Вода чи поживний розчин, що подається в ЭЛКО, повинні бути відфільтровані до 150 мкм. Номінальний строк служби при правильній експлуатації ліній ЭЛКО – не менше 8 років, гарантійний – 3 роки.

Підключення СКОФ і ЭЛКО

Поживні трубопроводи СКОФ, і лінії ЭЛКО можна підключити до розподільного трубопроводу діаметром 40–50 мм, за допомогою хомутів з’єднувальних з вставленими дроселями каліброваними (див. рис.2.6 і 2.7), а також за допомогою врізаних штуцерів-дроселів (рис. 2.8). В цьому випадку в якості розподільних можна застосувати трубопроводи діаметром від 32 до 75 мм.

Рис. 2.8. Схема підключення за допомогою штуцера-дроселя.

Дроселі калібровані або штуцери-дроселі врізані необхідні для вирівнювання тиску на входах зрошувальних ліній. Дроселі калібровані виготовля-

ють з діаметрами дроселюючих сопел 17-ти типорозмірів: від 2,0 до 6,0 мм, для зручності, різних кольорів. Штуцери-дроселі врізані виготовляють з діаметрами сопел 7-ми типорозмірів: від 3,0 до 6,0 мм.

2.5. Технічні характеристики СКОФ

№ п/п	Назва показника	Одиниці виміру	Кількість
1	Робочий тиск поживного розчину в живлячих трубопроводах	Кг/см^2	0,1 - 1,0
2	Робочий тиск поживних розчинів в розподільних трубопроводах	Кг/см^2	0,5 - 3
3	Нерівномірність розподілу поживного розчину – не більше	%	± 8

За бажанням споживачів крапельниці КОФ виготовляють з дозуючими каналами 5-ти типорозмірів. Дозування поливного розчину через капіляр, в залежності від номера дозуючих каналів, відображені на графіку (рис.2.9).

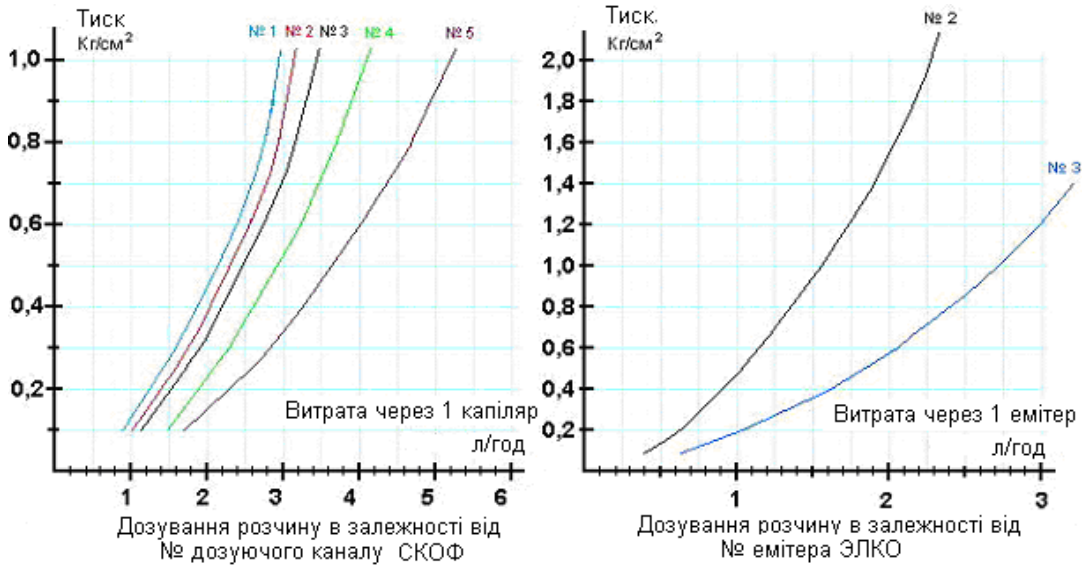


Рис.2.9. Дозування розчину для каналу СКОФ і емітерів ЭЛКО.

Примітка: Якщо в замовленні не вказаний номер дозуючих каналів, то крапельниці КОФ поставляють з дозуючими каналами №3.

Лінії ЭЛКО виготовляють для роботи при високому, середньому і низькому тисках з дозуючими каналами емітерів трьох типорозмірів. Дозування поживного розчину в залежності від номера емітера показані в табл. 2.6 і на рис. 2.9.

2.6. Технічні характеристики емітерних ліній краплинного зрошення – ЭЛКО

№ п/п	Назва	Одиниці виміру	Кількість
1	Нерівномірність розподілу поживного розчину	%	±5
2	Робочий тиск ліній з емітером № 1	кг/см^2	1,5 - 3,0
3	Те ж № 2	кг/см^2	0,2 - 2,5
4	Те ж № 3	кг/см^2	0,1 -1,5

Крім перелічених вище краплинних стрічок в Україні є трубопроводи типу Ro-Drip виробництва компанії „Roberts irrigation” (США), типу „EOLOS” виробництва компанії „Eurodrip” (Греція), типу „STREAMLINE” виробництва компанії „Netafim” (Ізраїль), типу „QUEEN GIL” виробництва компанії „QUEEN GIL” (Ізраїль, Болгарія), типу „PATHFINDER” виробництва компанії „URALITA” (Іспанія), типу „TIGER TAPE” виробництва компанії „VALDUCCI” (Італія), типу „ГІДРОЛАЙТ” виробництва фірм „А.І.К.” (Ізраїль), та „АКВАВІТА” (Україна), DRIPLINE (P1 ULTRA) виробництва компанії „Dripline” (Іспанія).

Технічні характеристики цих поливних трубок наведені в табл. 2.7.

2.7. Технічні характеристики поливних трубок, що застосовуються для краплинного зрошення **[31]**

Модель	**Відстань між водовипусками, см**	**Діаметр, мм**	**Робочий тиск, МПа**	**Товщина стінки, мм**	**Витрата, дм^3/год на 100 м трубопроводу**	**Довжина трубопроводу в бухті, м**	**Маса бухти, кг**
1	2	3	4	5	6	7	8
RO-DRIP, ROBERTS IRRIGATION							
5 mil	20 30	16	0,050	0,125	500 300	3810	33,0
6 mil	10 20 30	16	0,055	0,150	750 500 300	3048	33,0
8 mil	10 20 30	16	0,055	0,200	750 500 300	2286	32,0
10 mil	20 30	16	0,060	0,250	500 300	1829	31,0
ГІДРОЛАЙТ, А.І.К., АКВАВІТА							
8 mil	30	16	0,060	0,200	340	100, 200, 500, 1000, 2000, 2500	-
10 mil	30	16	0,060	0,250	340	100, 200, 500, 1000, 2000, 2500	-
EURODRIP, EOLOS							
8 mil	15	16,1	0,055	0,200	840	2300	25,0
10 mil	20	16,1	0,055	0,250	700	2300	25,0
STREAMLINE, NETAFIM							
STREAMLINE 60	15 20 25 30	16	0,055	0,150	850 700 500 350	3250 3250 3500 3500	33,7

Продовження таблиці 2.7

1	2	3	4	5	6	7	8
STREAMLINE 80	15 20 25 30	16	0,055	0,200	850 700 500 350	2600 2500 2700 2700	32,3
STREAMLINE 100	15 20 25 30	16	0,060	0,250	900 750 550 375	2000 2000 2300 2300	29,5
QUEEN GIL, IRRITROL SYSTEMS							
4 mil	10	16,1	0,050	0,100	1000	200, 500, 1000, 2000	1,5, 3,75, 7,5, 15
8 mil	20	16,1	0,055	0,200	600	200, 500, 1000, 2000	3,0, 7,5, 15, 30
PATHFINDER, URALITA							
PATHFINDER TAPE 16-06-20-125-500 R3500	20	16	0,055	0,150	125	3500	36,0
PATHFINDER TAPE 16-06-20-250-1000 R3500	20	16	0,055	0,150	250	3500	36,0
PATHFINDER TAPE 16-06-20-365-2000 R3200	20	16	0,055	0,150	365	3200	36,0
PATHFINDER TAPE 16-06-30-340-3000 R3200	30	16	0,055	0,150	340	3200	36,0
PATHFINDER TAPE 16-06-20-510-3000 R3200	20	16	0,055	0,150	510	3200	36,0
PATHFINDER TAPE 16-06-10-1020-3000 R3200	10	16	0,055	0,150	1020	3200	36,0
PATHFINDER TAPE 16-08-30-340-3000 R2500	30	16	0,055	0,200	340	2500	35,0
PATHFINDER TAPE 16-08-20-510-3000 R5500	20	16	0,055	0,200	510	2500	35,0
PATHFINDER TAPE 16-08-10-1020-3000 R2500	10	16	0,055	0,200	1020	2500	35,0
TIGER TAPE, VALDUCCI							
A 4 mil	11 22 33	16	0,07	0,100	750 500 340	4572	30,0
A 5 mil	11 22 33	16	0,07	0,125	750 500 340	3810	30,0
A 6 mil	11 22 33	16	0,08	0,150	750 500 340	3048	30,0
A 8 mil	11 22 33	16	0,10	0,200	750 500 340	2286	30,0
A 10 mil	11 22 33	16	0,10	0,250	750 500 340	1828	30,0

Всі названі краплинні трубки мають різні технічні характеристики (діаметр, товщину стінки, відстань між крапельницями, витрату тощо) та вартість. Тому при влаштуванні системи зрошення вибір типу поливного трубопроводу є складним завданням і має здійснюватись на підставі техніко-економічних розрахунків. Саме правильний вибір типу поливного трубопроводу та його розміщення в плані дає можливість створити систему краплинного зрошення, що за своїми техніко-технологічними можливостями зможе забезпечувати реалізацію технологічного процесу з потрібною надійністю. Основною вимогою при виборі того чи іншого поливного трубопроводу повинна бути максимальна відповідність його технічних характеристик конкретним умовам застосування за критерієм „ціна-якість”.

Контрольні запитання:

1. *Яка різниця між тупиковими і інтегрованими крапельницями?*
2. *Як поділяють системи краплинного зрошення за типом трубки?*
3. *Що значить компенсовані і некомпенсовані крапельниці?*
4. *Які зовнішні відмінності краплинної стрічки Aqua TraXX від компанії Irritrol System?*
5. *Хто є офіційним дистриб'ютором компанії Irritrol System в Україні?*
6. *Яким чином в поливних стрічках досягається рівномірність розподілу витрати по довжині стрічки?*
7. *Для чого поливну стрічку виконують із світлостабілізуючого поліетилену?*
8. *Для поливу яких сільськогосподарських культур застосовують поливну стрічку Aqua TraXX?*
9. *Яким чином можна укладати поливну стрічку на полі?*
10. *За допомогою яких кольорів кодується упаковка стрічки Aqua TraXX?*
11. *Яким чином здійснюється маркірування стрічки Aqua TraXX?*
12. *Де і коли була створена компанія T-Systems?*
13. *Хто є офіційним дистриб'юторів компанії T-Systems в Україні?*
14. *Як розрізнити візуально поливну стрічку T-Tape TSX?*
15. *Які є моделі стрічки T-Tape TSX?*
16. *Як працює інтегрований емітер T-Tape TSX?*
17. *Хто випускає краплинні трубки Drip In?*
18. *Які є різновиди краплинної трубки Drip In?*
19. *Чим відрізняються модифікації краплинної трубки Drip In EHD PC E 16 і EHD PC 20?*
20. *Яка конструкція поливних трубок Drip In?*
21. *Які особливості конструкції СКОФ і ЭЛКО?*
22. *Хто є виробником поливних трубок СКОФ і ЭЛКО?*
23. *Яким чином здійснюється дозування поживного розчину крапельниць КОФ і КОФ-Н?*

РОЗДІЛ **3. ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМ КРАПЛИННОГО ЗРОШЕННЯ**

На сучасному етапі базова комплектація систем краплинного зрошення складається із водозабірної споруди на джерелі зрошення (1), вузла насосної станції (2), системи управління (3), станції підготовки води (4), водомірного обладнання (5), пристрою для підготовки, змішування і дозування добрив (6), магістрального трубопроводу (7), розподільної трубопровідної мережі (8), та комплекту поливних трубопроводів з крапельницями (9). Принципова схема такої системи зображена на рисунку 3.1.

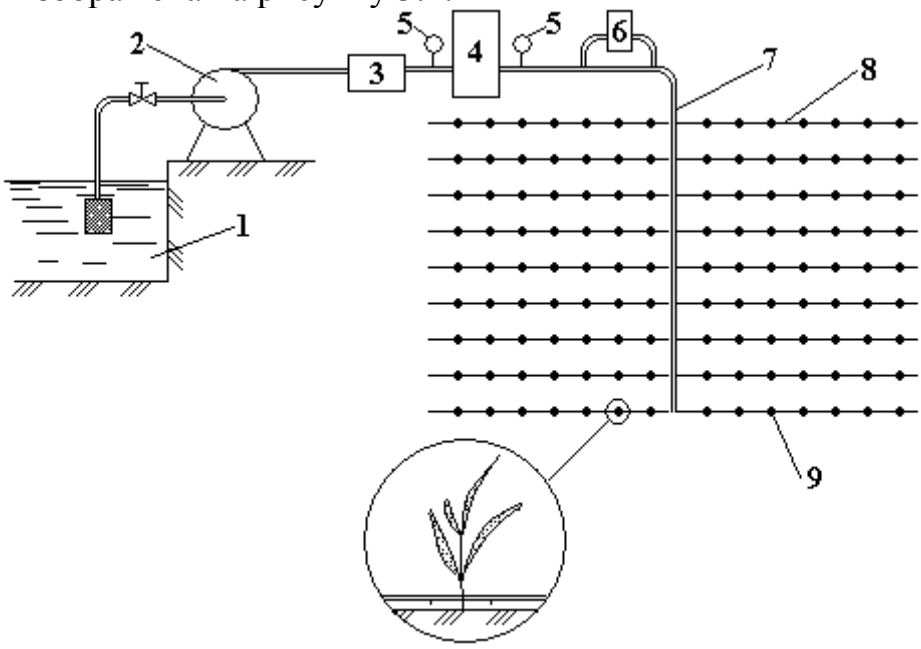


Рис. 3.1. Базова схема комплектації системи краплинного зрошення:

1 – водозабірна споруда на джерелі зрошення; 2 – насосна станція; 3 – блок автоматизації поливу; 4 – станція підготовки води ; 5 – водомірне обладнання; 6 – пристрій для змішування і дозування добрив; 7-8 – магістральна і розподільна трубопровідна мережа; 9 – крапельниці.

Додатково система може включати запірну арматуру, регулятори тиску, вузли автоматичного контролю і управління системою, а також обліку води. Принцип дії системи полягає в тому, що вода під заданим тиском від насосної станції надходить через вузли підготовки води і добрив в трубопровідну мережу, і далі до крапельниць. Система може працювати як в ручному так і в автоматичному режимі.

Порядок проектування систем краплинного зрошення такий:

- спочатку розраховують водоспоживання сільськогосподарських культур, що планують вирощувати при краплинному способі зрошення на основі ґрунтових, кліматичних і маркетингових досліджень;

- розрахунок кількості поливних трубопроводів по ділянках, згідно схеми посадки рослин;

- розподіл ділянок на поливні блоки (враховуючи довжину рядків, потужність насосно – силового обладнання, дебіт свердловин, конфігурацію полів тощо);

- вибір вузла підготовки води (фільтростанції), враховуючи необхідні витрати води по блоках і тривалість поливу кожної ділянки;

- гідравлічний розрахунок магістральних і розподільних трубопроводів.

Необхідно також визначити щоденну максимальну потребу води з метою перевірки зрошувальної здатності вододжерела, вибору фільтростанції, фасонних частин і арматури. Наприклад, для півдня України максимальну щоденну зрошувальну норму можна прийняти 60 – 70 м³/га. Виходячи з цього проводять попередній розрахунок пропускної здатності фільтростанції за формулою: $Q \geq 60$ м³/га · S / T,

де Q – пропускна здатність фільтростанції, м³/годину; S – запланована площа зрошення, га; T – запланований час роботи системи за добу (приймають близько 16 – 20 годин).

Якщо джерело водопостачання задовольняє потреби у воді, то наступним етапом є визначення кількості зрошувальних трубопроводів з урахуванням технології вирощування прийнятих сільськогосподарських культур. Для кожної культури з урахуванням схеми посадки і зайнятої площі потребу в поливних трубопроводах встановлюють:

$$Lt = Sk \cdot 10000 / L, \text{ м},$$

де Lt – потреба в поливних трубопроводах; Sk – площа зайнята сільськогосподарською культурою; L – відстань між поливними трубопроводами (приймають згідно схеми посадки рослин).

Особливістю проектування і будівництва цих систем є використання типових (модульних) блоків площею 10-12 га для виноградників та саду, і 16-20 га для овочевих культур. Система придатна для застосування у всіх зонах промислового садівництва і овочівництва при похилі місцевості *i*=0-0,3.

Для прикладу схема модульних ділянок наведена на рис. 3.18.

Схема трубопроводів повинна бути ув’язана зі схемою посадки садів, виноградників, або овочевих культур. В плані її проектують, як правило, тупиковою. Магістральні і розподільні трубопроводи проектують із залізобетонних і азбестоцементних труб; ділянкові і поливні трубопроводи – із поліетиленових труб.

Тип труб визначають робочим тиском води в мережі з врахуванням категорії і висоти засипки ґрунту. Вибір матеріалу і типу труб із поліетилену здійснюють за робочим тиском в трубопроводі з урахуванням нормального терміну служби, температури води і способу з’єднання.

За робочий тиск в трубопроводі приймають найбільший можливий в умовах експлуатації внутрішній тиск в мережі при сталому русі води. Робочий тиск в трубопроводі встановлюють на підставі гідравлічних розрахунків.

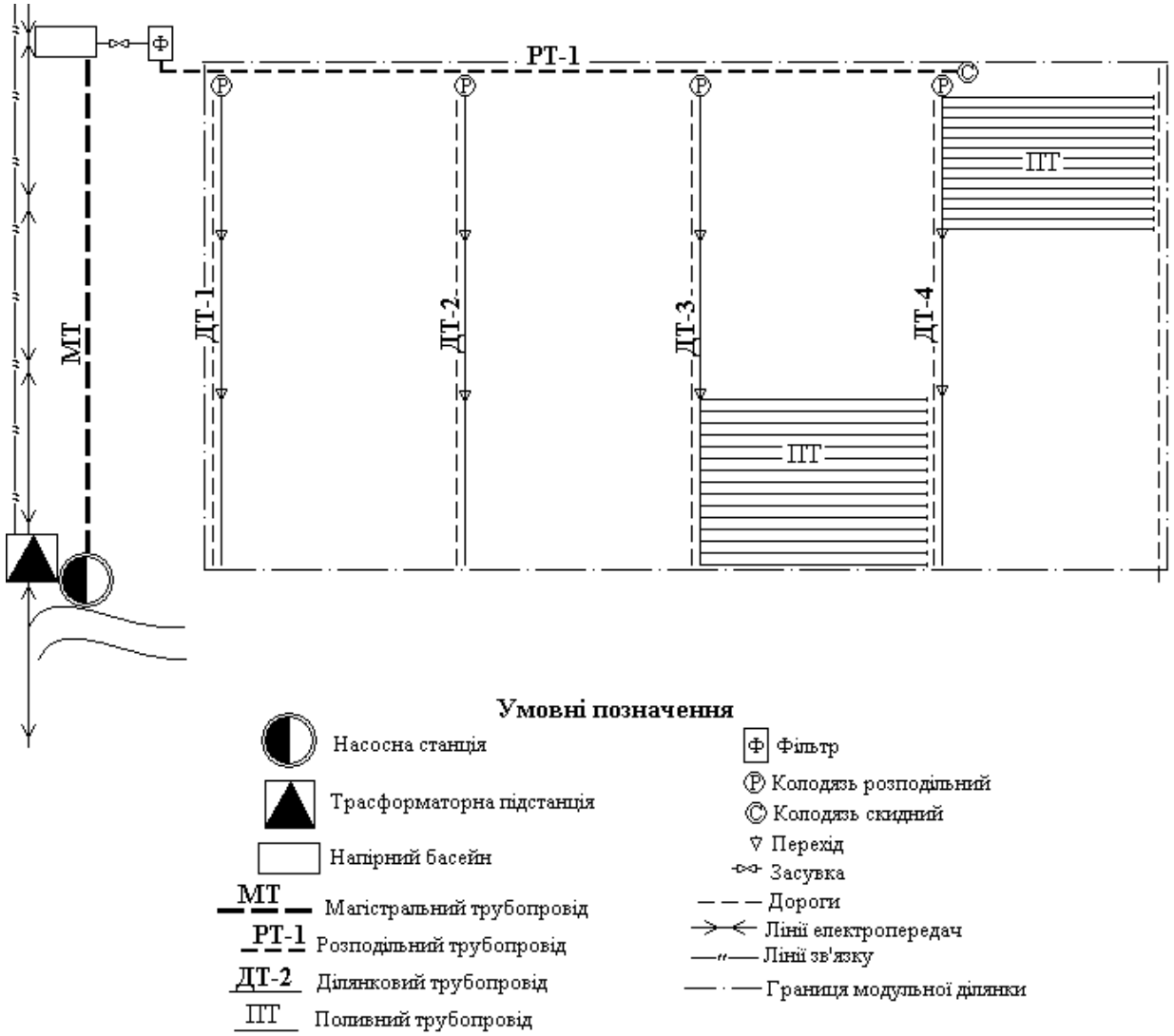


Рис.3.18. Схема модульної ділянки краплинного зрошення

3.1. Вибір джерела зрошення

В якості джерела води для зрошення краплинним способом застосовують поверхневі (річки, озера, ставки на місцевому стоці) і підземні води.

Поверхневі джерела води часто застосовують для систем краплинного зрошення, і характеризують їх за: якістю води; витратами води, що може забезпечити джерело зрошення протягом зрошувального періоду; об'ємом води, що можна забрати із джерела за вегетаційний період; відмітками рівнів води в джерелі зрошення.

Забезпеченість поверхневих джерел води необхідно приймати 85%. Інколи, при дефіциті водних ресурсів і детальному техніко - економічному обґрунтуванні, допускається забезпеченість 75%.

Зрошувану площу (зрошувальну спроможність джерела води) при поливах із водосховищ і ставків знаходять за формулою

$$F = \frac{W_{зр} \cdot \eta}{M_{сер.зв}}, \text{ га} \qquad (3.1)$$

де $W_{зр}$ – об'єм води, що можна забрати із джерела для потреб зрошення, м^3;

η – коефіцієнт корисної дії (ККД) зрошувальної системи;

$M_{сер.зв}$ – середньовиважена зрошувальна норма, м^3/га.

При використанні для поливів річок їх зрошувальну спроможність можна знайти за формулою

$$F = \frac{1000 \cdot Q_{зр} \cdot \eta}{q}, \text{ га} \qquad (3.2)$$

де $Q_{зр}$ – витрата води на зрошення, м^3/с; q – гідромодуль, л/с·га.

Для того щоб остаточно встановити площу зрошення і потребу регулювання стоку річки, необхідно порівнювати гідрограф стоку річки з графіком поливів. При цьому враховують три випадки:

1) витрата річки набагато перевищує потребу у зрошенні. В цьому випадку немає потреби у будь-якому регулюванні стоку;
2) в окремі періоди витрата води в річці дорівнює потрібній витраті на зрошення, або дещо менша. Тоді виникає питання про сезонне регулювання стоку;
3) витрата на зрошення в окремі періоди перевищує витрати в річці. В цьому випадку необхідно проаналізувати стік і передбачити сезонне, або багаторічне регулювання стоку.

Вибір джерела води для систем краплинного зрошення також необхідно здійснювати на підставі результатів хімічного, гідробіологічного і санітарно-гігієнічного аналізів з врахуванням гідрологічних, гідрогеологічних, топографічних та інших вишукувань, об'єм яких встановлюють в залежності від особливостей і вивченості об'єктів проектування. Вода у джерелі повинна відповідати вимогам, викладеним в п.1.1.

Зрошення підземними водами застосовують в районах, де відсутні необхідні поверхневі джерела, а запаси підземних вод є достатніми і належної якості.

При використанні підземних вод для зрошення є ряд переваг:

1) отримання води на місці (без будівництва дорогих водозабірних і підвідних споруд);
2) сприяння загальному пониженню рівня підгрунтових вод (при використанні верхніх горизонтів);
3) високий ККД зрошувальної мережі (так як довжина каналів і трубопроводів невелика);
4) порівняно невелика вартість (в 1,5-2,0 рази дешевше в порівнянні з поверхневими водами).

Недоліки використання підземних вод:

1) малий дебіт свердловин (до 20-25 л/с);
2) часто висока мінералізація води.

При поливі дощуванням використання підземних вод обмежене низькою їх температурою. Тому для їх використання будують спеціальні резервуари для підігріву води. При застосуванні краплинного зрошення така необхідність відпадає, тому що при проходженні води по трубопроводах невеликого діаметру і до того ж розташованих на поверхні ґрунту, вода прогрівається. Крім того, вода безпосередньо не контактує з рослинами, тому цей недолік при краплинному зрошенні відпадає.

Для збільшення площі поливу із колодязя чи свердловини необхідно влаштувати резервуари для добового, подекадного і річного регулювання.

Об'єм резервуара при добовому регулюванні ($м^3$) визначають за формулою

$$W_{доб} = 3{,}6(24 - t) \cdot Q, \tag{3.3}$$

де t – тривалість поливу протягом доби, годин; Q – дебіт свердловини, л/с.

Об'єм резервуара для подекадного міжполивного регулювання, $м^3$

$$W_м = 0{,}001 \frac{Q \cdot t_1}{\eta}, \tag{3.4}$$

де t_1 – тривалість міжполивного періоду, с; η – ККД резервуара (η=0,9-0,7).

Об'єм резервуара річного регулювання, $м^3$

$$W_{рік} = 0{,}001 \cdot Q \cdot t_2, \tag{3.5}$$

де t_2 – тривалість неполивного періоду, с.

Тривалість t, t_1 чи t_2 визначають за графіками поливів, що складають при розрахунках режимів зрошення.

3.2. Особливості конструювання водозабірних споруд для систем краплинного зрошення

Для систем краплинного зрошення воду відбирають з поверхневих і підземних джерел, тому в кожному випадку використовують специфічні водозабірні споруди.

Водозабірні споруди на відкритих поверхневих джерелах повинні:

1) забезпечити забір із джерела воду розрахунковою витратою, і подати її в систему краплинного зрошення;
2) захистити систему краплинного зрошення від попадання в неї сміття, планктону, біологічних домішок, наносів та ін.;
3) не допускати надходження риби в споруди на водоймах рибогосподарського призначення.

Вибір місця водозабору повинен бути обґрунтований прогнозами:

1) якості води в джерелі;
2) переформування русла.

В якості водозабірних споруд на системах краплинного зрошення можуть бути руслові, берегові, або ківшеві водозабори із відкритих поверхневих джерел води.

Руслові водозабори використовують при великих коливаннях рівнів води і нестійких берегах. Їх виносять в русло (або водосховище), в зону найбільших глибин. Руслові водозабори виконують затопленого і незатопленого типів. Для систем краплинного зрошення, як правило застосовують водозабори затопленого типу, так як вони призначені для малої і середньої подачі води. Їх в свою чергу поділяють на захищені і незахищені.

Незахищений водозабір (рис. 3.2, *а*) споруджують, якщо немає небезпеки пошкодження їх суднами, плаваючими перешкодами і кригою. Розтруб влаштовують проти течії, роблячи грати дещо нахиленими, або вертикальними, щоб спростити очистку від сміття. При дуже малих глибинах вхідний переріз водозабору може бути розташований в горизонтальній площині, щоб забезпечити мінімально необхідні умови запобігання захвату повітря. Швидкість води на вході у водозабір приймають такою, щоб виключити захват молоді риби.

На судноплавних річках влаштовують затоплені водозабори *захищеного типу* (рис. 3.2, *б*) з пальовими чи масивними бетонними оголовками, що захищають вхідний розтруб від пошкодження

У вузлах великої і середньої продуктивності створюють руслові водозабори *незатопленими*, баштового типу, круглими або видовженими в плані. В них роблять один або декілька рядів вхідних отворів, захищених ґратами і сітками на яких влаштовують затвори. Іноді їх суміщають з насосною станцією.

Берегові водозабори можуть бути роздільної або об’єднаної конструкції. При *роздільній схемі* береговий колодязь (рис.3.3, *а*) влаштовують на незатопленому березі, з’єднавши його з водозабором затопленого ти-

пу самопливним трубопроводом. Береговий колодязь є частиною водозабору і служить одночасно водоприймальною спорудою насосної станції.

Береговий водозабір *об'єднаної конструкції* виконують у вигляді камери врізаної в берег, і одним боком виступаючої в русло річки, де розташовані водоприймальні отвори (рис. 3.3, *б*).

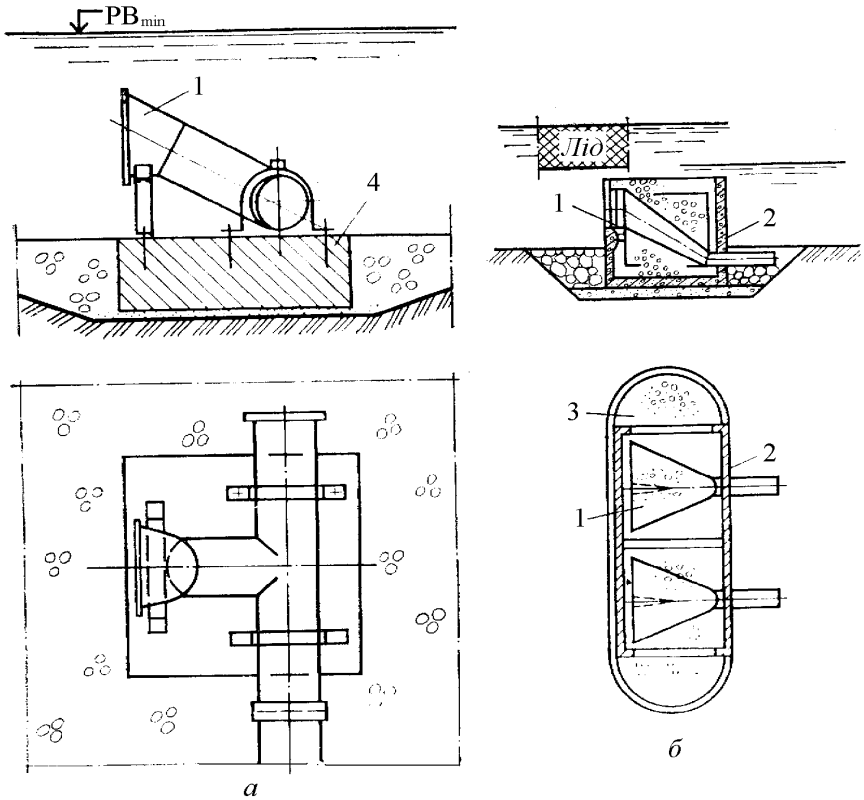
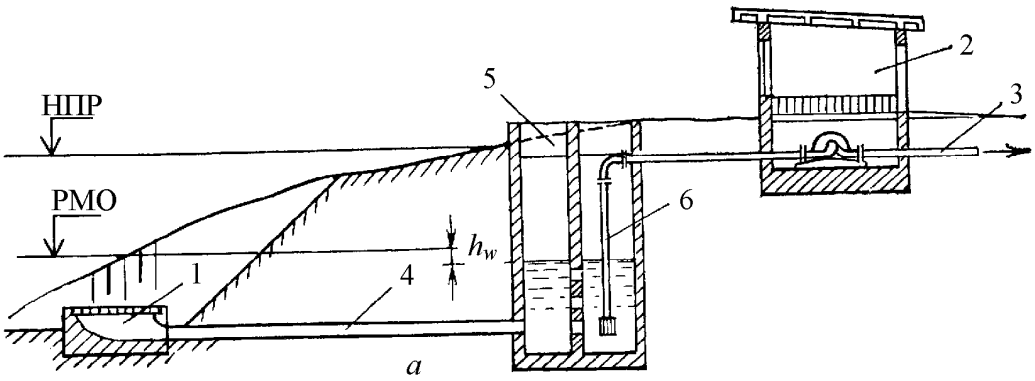


Рис. 3.2. Руслові затоплені водозабори: *а* – незахищеного типу; *б* – захищеного типу; 1 – вхідна вирва; 2 – опалубка-понтон; 3 – заповнення бетоном; 4 – фундаментна плита.



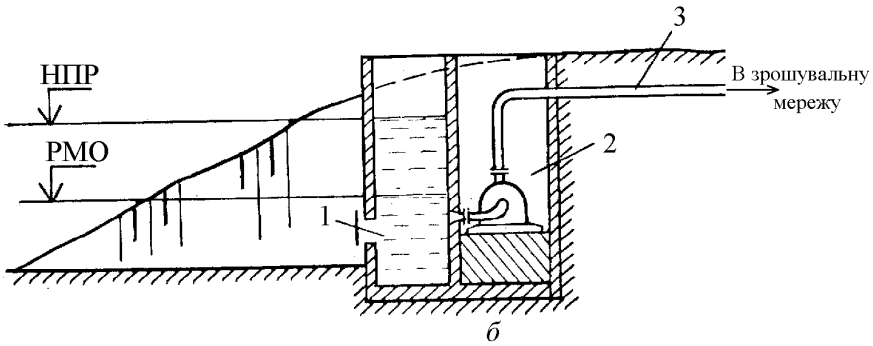


Рис. 3.3. Схеми берегових водозаборів: *а* – роздільного типу; *б* –об'єднаного типу; 1 - водоприймач; 2 – насосна станція; 3, 4 – напірний і самопливний трубопроводи; 5 – береговий колодязь; 6 – всмоктувальна труба.

К і в ш е в і в о д о з а б о р и застосовують для боротьби з наносами, поліпшення умов забору води із джерел з обмеженими витратами і малими глибинами в межень.

Ківшевим називають звичайний береговий водозабір, перед яким викопують штучне водоймище - копань. В цій копані вода відстоюється, затримуються донні намули і частина завислих наносів. При недостатній глибині в річці ківш заглиблюють, що дозволяє забирати воду навіть у межень.

Самопливні і сифонні водозабірні лінії влаштовують із неметалевих (азбестоцементних, бетонних чи залізобетонних) труб.

Водоприймальні отвори водозабірних споруд обладнують сітками, або самопромивними конусними сітками, що попереджують надходження в очисні споруди і поливну мережу частинок наносів, недопустимих для даного типу крапельниць.

Водозабори із свердловин і шахтних колодязів.

В о д о з а б о р и і з с в е р д л о в и н застосовують у тих випадках, коли підземні води залягають на глибині більше 10 м, а потужність водоносного пласта не менше 5 - 6 м. Загальну схему обладнання водозабірної свердловини зображено на рис. 3.4.

При проектуванні водозабірних свердловин вирішують такі завдання:

1) вибір майданчика для розміщення свердловин, водоносного пласта для постійної експлуатації, а також способу буріння і типу бурових машин;
2) визначення можливого дебіту однієї свердловини, потрібної кількості свердловин, і відстані між ними на місцевості;
3) розрахунок взаємодії всіх свердловин і сумісну роботу з водопровідними спорудами;
4) вибір типу фільтра свердловини і визначення основних його параметрів;
5) вибір типу насосно – силового обладнання для постійної експлуатації, а також для виконання будівельних відкачок води;
6) розробка конструкції свердловини і її оголовка;
7) організація в необхідних випадках режимного нагляду за зміною притоку і якості води в процесі експлуатації свердловин.

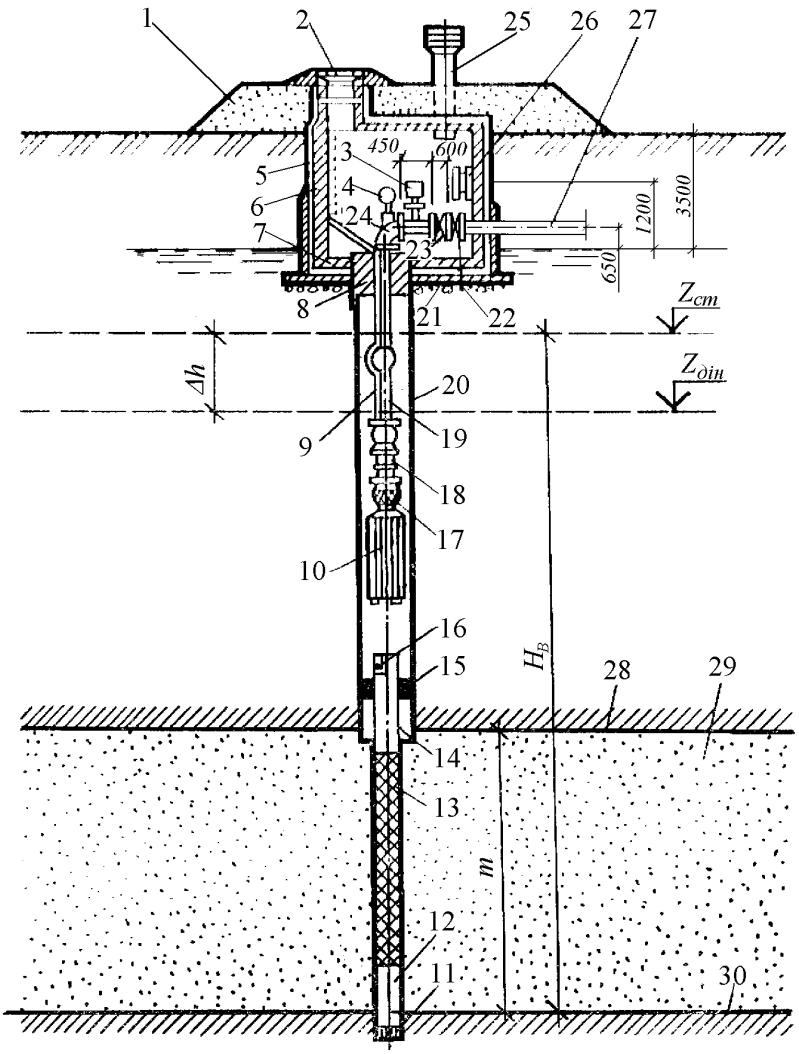


Рис. 3.4. Схема обладнання водозабірної свердловини: 1 – засипка ґрунтом для закріплення оголовка; 2 – люк; 3 – вантуз із засувкою; 4 – манометр; 5 – бітумна ізоляція; 6 – скоби ходові; 7 – дно оголовка; 8 – гирло горловини; 9 – кабель електродвигуна; 10 – електродвигун; 11 – пробка; 12 – відстійник; 13 – робоча поверхня фільтра; 14 – надфільтрова труба; 5 – сальник; 16 – замок для опускання фільтра в свердловину; 17 – сітчастий фільтр; 18 – насос; 19 – труба для підняття води; 20 – обсадна колона; 21 – підготовка із щебеню; 22 – засувка; 23 – зворотний клапан; 24 – трубопровід із засувкою для скидання промивної води; 25 – вентиляційна труба; 26 – дифманометр; 27 – напірний трубопровід; 28 – покрівля водоносного пласта; 29 – водоносний пласт; 30 – підошва водоносного пласта.

Ш а х т н і к о л о д я з і використовують для забору води з водоносних пластів з малою віддачею, що віднесені до дрібнозернистих пилуватих пісків, пливунів і легких супісків. Вони залягають на невеликих глибинах до 30-40 м (в основному 10-20 м). Шахтний колодязь – вертикальна шахта (ствол) прямокутного, або круглого перерізу діаметром до 1,5 м (рис. 3.5).

Шахтні колодязі влаштовують біля споживачів на не затоплюваних ділянках, не ближче 30 м від можливих джерел забруднення.

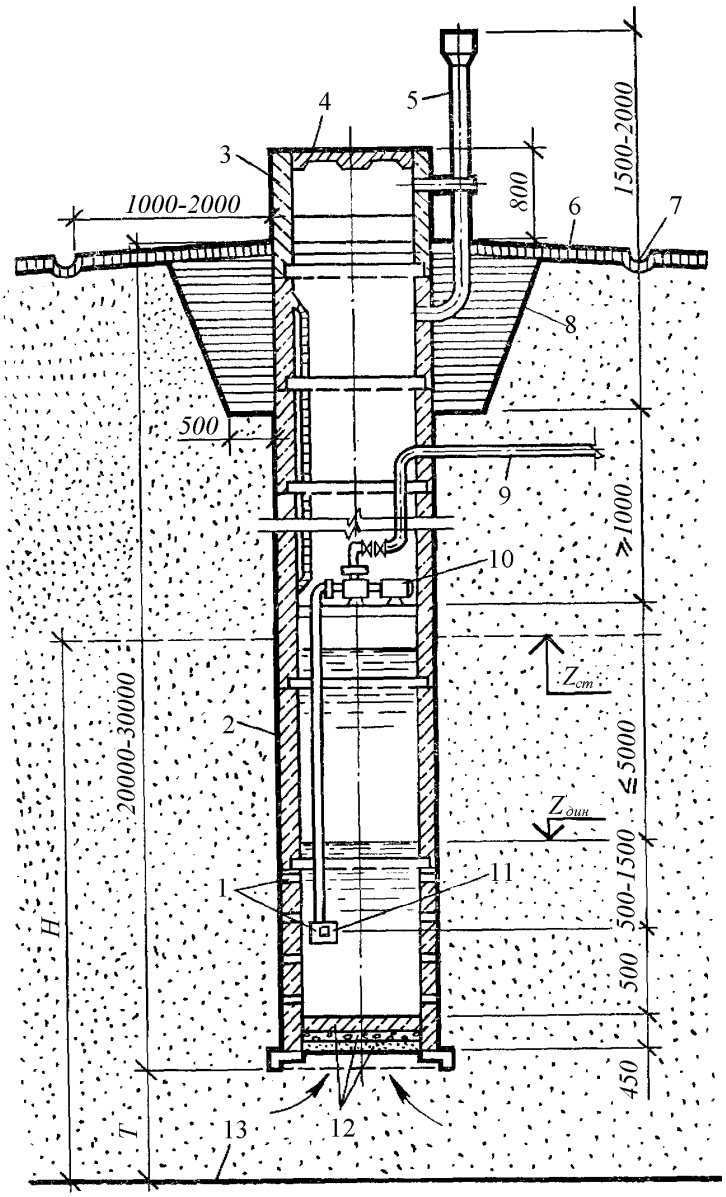


Рис. 3.5. Схема шахтного колодязя: 1 – вікна з пористого бетону для фільтрування води; 2 – ствол; 3 – оголовок; 4 – кришка люка; 5 – вентиляційна труба; 6 – вимощення камінням, або підсипка щебенем; 7 – канава для відведення поверхневої води; 8 – глиняний замок, 9 – напірний трубопровід; 10 – насосний агрегат; 11 – приймальний клапан; 12 – зворотний фільтр; 13 – підошва водоносного пласта.

Щоб запобігти обвалу колодязя і його забрудненню стінки закріплюють залізобетонними кільцями (рідше бутом, цеглою або деревом).

Висоту водоприймальної частини колодязя визначають за об’ємом необхідного запасу води і висотою стовпа води в колодязі, що забезпечує для нормальну роботу насоса.

Якщо вода надходить в колодязь через дно із не напірного пласта, то його обладнують гравійно - піщаним фільтром з кількома шарами фільтруючого матеріалу товщиною 0,4-0,6 м, залишаючи в нижній частині фільтра дрібну, а в верхній – крупну фракції, або з пористою плитою. При надходженні води через стінки колодязя в них влаштовують вікна, що заповнені гравієм, або пористими бетонними блоками.

3.3. Проектування насосних станцій

Насосні станції призначені для забезпечення безперебійної подачі розрахункової витрати води під заданим тиском, що забезпечує нормальну роботу систем краплинного зрошення.

Насосні станції повинні бути типовими. У випадку відсутності типових проектів насосних станцій з необхідною продуктивністю, напором і умовами водозабору допускається розробка індивідуальних проектів.

При проектуванні насосних станцій необхідно прагнути до:

1) максимальної уніфікації споруд з широким використанням стандартних виробів і вузлів, що комплектують на заводах;
2) повної індустріалізації будівельно-монтажних робіт.

Насосні станції класифікують за декількома ознаками.

Класифікація за призначенням: насосні станції I і II підйому; підвищуючи, або станції підкачки. *Насосні станції I і II підйому* застосовують при перекачуванні води із джерел, що знаходяться на великій відстані від зрошуваних ділянок, або при великому перепаді відміток місцевості (системи розташовані на крутих схилах). Їх розраховують за перепадами відміток і втратами напору по довжині. Як правило, вільний напір приймають рівним нулю, так як вода подається в регулюючі резервуари. *Насосні станції підкачки (НСП)* застосовують на останньому етапі подачі води до зрошуваної ділянки, і їх розраховують виходячи із потрібних параметрів зрошувального обладнання і втрат напору.

За ступенем автоматизації насосні станції поділяють на: автоматизовані з телеуправлінням; напівавтоматизовані; з ручним управлінням. *Автоматизовані насосні станції* застосовують на зрошувальних системах, де всі технологічні операції виконують автоматично. Їх доцільно використовувати в синхронних системах, де подача води співпадає з її витратою. *Напівавтоматизовані насосні станції* застосовують на зрошувальних системах, де технологічні операції на системі автоматизовано частково. *Насосні станції з ручним управлінням* використовують на зрошувальних системах, де всі технологічні операції виконує оператор.

За висотою влаштування устаткування насосні станції поділяють на: наземні, напівзаглиблені, підземні, в тому числі шахтні. *Наземні насосні станції* застосовують при заборі води з відкритих джерел води, коли висота всмоктування насосів дозволяє установлювати їх на поверхні землі. Якщо висота всмоктування насосів не дозволяє встановлювати їх на рівні поверхні то проектують *напівзаглиблен,* або *підземні насосні станції*. При заборі води із підземних джерел також проектують *підземні насосні станції*, так як водопідйомне устаткування розміщують нижче рівня води у свердловині, або майже на рівні води у шахтних колодязях.

Для забезпечення надійної і економічної експлуатації насосні станції повинні бути обладнані: основним енергетичним устаткуванням – насосами і двигунами, пристроями регулювання частоти обертів (каскадно-вентильними системами, електромагнітними і гідравлічними муфтами); механічним устат-

куванням – запірно-регулювальною і запобіжною арматурою; підйомними механізмами (талями, кішками, кранами); електричними пристроями – силовим трансформаторами, розподільчими пристроями, шафами управління, електроприводами; допоміжним устаткуванням: вакуум - системи, дренажними насосами, контрольно - вимірювальними приладами.

Контрольно – вимірювальні прилади поділяють на дві групи:

1) для виміру технологічних параметрів (подачі, тиску води);
2) для виміру електричних параметрів (сили струму, напруги, витрат електроенергії, потужності тощо).

Для контролю технологічних параметрів на насосних агрегатах і в комунікаціях насосної станції необхідно обладнати: вакуумметри або манометри – на всмоктувальних патрубках насосів; манометри – на напірних патрубках насосів і напірних колекторах; водоміри чи витратоміри (діафрагмові, ультразвукові, індукційні або інші) – на трубопроводах на виході з насосної станції.

Додаткові контрольно - вимірювальні прилади встановлюють на пульті управління системи автоматики, що дозволяє постійно контролювати технологічні параметри і оперативно змінювати режими роботи насосних агрегатів.

Для забору води із поверхневих джерел та шахтних колодязів і подачі її в систему краплинного зрошення застосовують в основному насоси типу К і КМ, а для забору води із свердловин застосовують занурені відцентрові багатоступеневі насосні агрегати типу ЭЦВ.

Насоси типів К і КМ – горизонтальні одноступеневі консольні, з одностороннім підводом води до робочого колеса. Насоси типу К з'єднують з електродвигуном за допомогою муфти (рис. 3.6.), а в насосах типу КМ (моноблочні) робоче колесо закріплене безпосередньо на валу електродвигуна (рис. 3.7) [19]. Вміст механічних домішок повинен бути не більше 0,15 % за масою, розмір твердих частинок – не більше 0,2 мм. Допустима висота всмоктування для цього типу насосів до 5 - 7 м. Основні технічні характеристики цих насосів наведені в додатку Д.

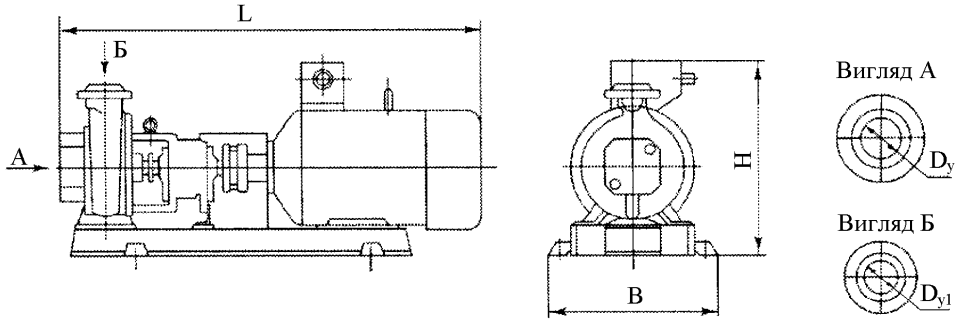


Рис. 3.6. Консольний насосний агрегат типу К

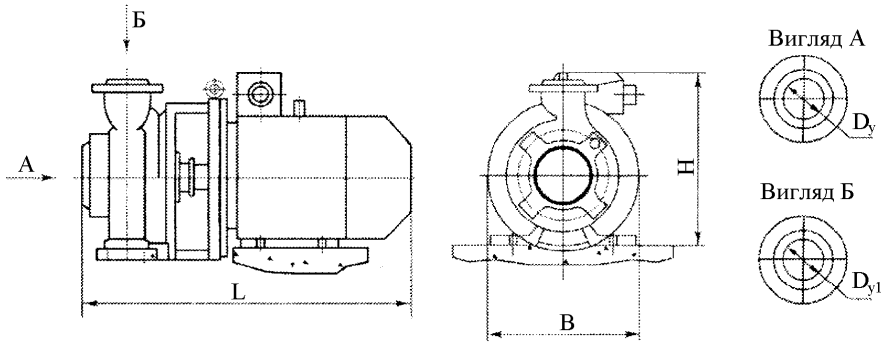


Рис.3. 7. Консольний насосний агрегат типу КМ

Умовні позначення цих насосів: К(М) 50-32-125а (б): К – консольний; М – моноблочний; 50 – діаметр вхідного патрубка, мм; 32 – діаметр напірного патрубка, мм; 125 – діаметр робочого колеса, мм; а (б) – обточка робочого колеса. К 8/18а(б): К – консольний; 8 – подача, м^3/год; 18 – напір, м; а (б) – індекс обточки робочого колеса.

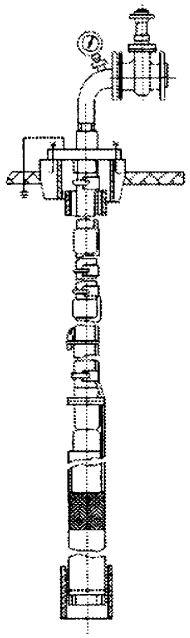


Рис. 3.8. Електронасосна установка типу ЭЦВ

Насоси типу ЭЦВ – електричні занурені відцентрові багатоступеневі – призначені для подачі води із свердловини загальною мінералізацією не більше 1,5 г/л (рис.3.8) [19]. Робоче положення насоса вертикальне. Насосний агрегат закріплюють на колоні водопідйомних труб, і під час роботи розміщують під динамічним рівнем води. Управління насосом (в автоматичному чи ручному режимі) здійснюють за допомогою автоматичного управління насосним агрегатом САУНА або КАСКАД. Основні технічні характеристики насосів марки ЭЦВ наведені в додатку Е. Розшифровка умовних типів насосів: наприклад ЭЦВ 12-160-100 – електрифікований відцентровий для подачі води; 12 – максимально допустимий внутрішній діаметр обсадної колони, дюйми; 160 – подача, м^3/годину; 100 – напір, м.

Останнім часом на Українському ринку з’явилось багато насосів виробництва країн Європи.

Свердловинні насоси 4” серії ONKM від фірми SUMOTO (Італія). Вони призначені для подачі води (вміст механічних домішок не більше 40 г/м^3) із свердловин діаметром не менше 4” (100 мм) або глибоких колодязів і відкритих водойм. Можуть застосовуватись в автоматизованих системах поливу. Випускаються двох модифікацій ONKM-100 і ONKM-150. Максимальна продуктивність відповідно складає 2,4 і 2,7 м^3/га, напір – 55 і 85 м, потужність – 0,75 і 1,10 кВт.

Рис. 3. 9. Насос типу ONKM

Рис. 3. 10. Насос типу F

Відцентрові свердловинні насоси серії F від фірми SUBLINE (Італія) призначені для подачі чистої води (вміст механічних домішок не більше 100 г/м^3) із свердловин діаметром не менше 4” (100 мм) або глибоких колодязів і відкритих водойм. Діаметр вихідного патрубка - 1¼. Випускають насоси декількох модифікацій (табл. 3.1)

3.1. Технічні характеристики насосів типу F

Показник	Модифікація					
	F3-11	**F3-16**	**F3-22**	**F3-32**	**F6-15**	**F6-20**
Максимальна продуктивність, м^3/год	2,4			5,4		
Напір, м	50	75	100	150	100	130
Потужність, кВт	0,37	0,55	0,75	1,1	1,1	1,5

Самовсмоктувальний насос PRIMSON від фірми Salmson (Франція) призначений для перекачування чистої, дощової води з незначним вмістом твердих частинок, в тому числі для потреб зрошення. Особливістю є автоматичне самовсмоктування при запуску, висота всмоктування 9 м. Випускають декількох модифікацій PRIMSON-1-M, PRIMSON-2-M і PRIMSON-3-M, максимальна продуктивність відповідно – 3,0, 3,6, 5,0 м^3/год, напір – 40, 50, 50 м.

Рис. 3. 11 Насос типу PRIMSON

Рис. 3. 12 Насос типу AQUASON

Занурені насоси для колодязів AQUSON від фірми Salmson (Франція) призначені для перекачування і подачі чистої води для водопостачання, осушення і поливу. Насоси цієї серії мають ряд переваг: тривалий строк служби; повна герметичність і ізоляція двигуна дає можливість занурювати на глибину до 15 м, вертикальна і горизонтальна установка.

Випускають трьох модифікацій AQUSON-24M, AQUSON-26M, AQUSON-53M, максимальна подача відповідно 5, 5 і 15 м^3/год, максимальний напір – 48, 72, 40 м.

Насоси підбирають за робочими характеристиками, що відображають залежність подачі насосом води від інших робочих параметрів (напір, потужність, коефіцієнт корисної дії, кількість обертів робочого колеса за одиницю часу, кавітаційний запас тощо). Серед цих залежностей найважливішою є крива Q – H, що показує відношення між напором і подачею рідини при постійній частоті обертання робочого колеса насоса. Ці характеристики наведені в каталогах насосів їх виробниками, де пропонується і комплектуючий електродвигун в залежності від умов експлуатації.

3.4. Водоочисні споруди

Метод очищення води для систем краплинного зрошення, склад і розрахункові параметри водоочисних споруд і пристроїв встановлюють в залежності від якості води в джерелі зрошення, вимог крапельниць-водовипусків і продуктивності насосної станції. Також враховують технологічні характеристики очисних споруд чи пристроїв, та їх техніко-економічні показники.

За основні параметри якості поливної води приймають вміст у воді плаваючих домішок, піску, завислих речовин і гідробіотів.

При наявності у воді декількох забруднюючих інгредієнтів необхідно передбачати склад споруд, що забезпечили б комплексну очистку води (за виключенням очисних пристроїв з однаковими характеристиками).

Вода з вмістом фітопланктону більше 10 млн. кл/л підлягає очищенню на мікрофільтрах.

Дані про продуктивність споруд, ефективність очищення води і енерговитрати необхідно використовувати для техніко-економічного порівняння і вибору оптимального складу споруд в залежності від якості вихідної води і вимог водовипусків. При складанні техніко-економічного обґрунтування вибору засобів очистки обов'язковою умовою є забезпечення якості води на виході з очисних споруд.

При проектуванні вузла водопідготовки і очисних станцій крупних систем краплинного зрошення необхідно: вибрати метод очищення води і склад споруд; визначити розрахункову продуктивність очисної станції для вузла очищення води; скласти технологічну схему вузла водоочищення і здійснити її висотну ув'язку з іншими елементами системи; за необхідністю виконати перевірочний розрахунок і підібрати нову конструкцію очисних пристроїв; виконати розрахунок технологічних трубопроводів обв'язки станції очистки і пристроїв для подачі і регенерації промивних вод.

Розрахункову продуктивність очисної станції протягом доби визначають за формулою

$$Q_{доб} = T \cdot Q_{пол} + Q_{с.н} \tag{3.6}$$

де $Q_{пол}$ – максимальна витрата води на полив, м^3/годину; T – тривалість поливу протягом доби, годин; $Q_{с.н}$ – витрата води, м^3/добу, на потреби станції (промивка сіток чи зернистого завантаження, прибирання території станції; полив зелених насаджень навколо станції та ін.)

$$Q_{с.н} = K \cdot T \cdot Q_{пол}, \tag{3.7}$$

де $K = (0{,}01\text{-}0{,}03)$ – коефіцієнт, що враховує витрату води на власні потреби очисних споруд в долях від кількості води, очищеної за час корисної роботи станції за добу.

Для систем краплинного зрошення обладнаних самопромиваючими водовипусками, необхідну максимальну годинну витрату станції визначають із умов включення мережі краплинного зрошення в роботу при підвищених

промивних витратах на поливних трубопроводах, що визначають за їх витратно - напірною характеристикою і дорівнюють приблизно

$$Q_{тр.промив} \approx (1{,}6 - 1{,}7) Q_{тр.роб} \qquad (3.7)$$

Технологічна схема станції очистки води повинна відображати планове і висотне розташування всіх споруд очистки і комунікацій. На висотній схемі позначають всі відмітки (осі розташування, верх і низ споруд, рівні води в них тощо). Втрати напору на очисній споруді складаються із втрат напору в самому фільтруючому елементі (сітці, зернистому завантаженні, циклоні), її окремих конструктивних частинах (соплах, дренажній системі, запірній арматурі) і технологічних трубопроводах, що становить 0,1 - 0,15 МПа.

На висотній схемі, крім очисних, показують водозабірні, водорозподільні і напірно-регулюючі споруди в тісному зв'язку за напорами.

Планове зображення технологічної схеми вузла водозабору, водоочищення і водорозподілу необхідне для підрахунку капітальних затрат по основних спорудах і технологічних трубопроводах, а також для ув'язки траси основних комунікацій очисної станції з іншими елементами системи краплинного зрошення.

В залежності від наявності в поливній воді певних домішок і площі зрошення, фільтраційна станція може включати сітчасті, дискові, гравійні і гідроциклонні фільтри.

Сітчасті фільтри влаштовують не тільки для очищення води, але і для попередження забруднення її після гравійного фільтра. Вони складаються із корпуса і фільтруючого елемента у вигляді дрібновічкової сітки (рис. 3.13). Застосовують для фільтрування води при невеликій кількості неорганічних частинок. Ступінь очистки води залежить від розмірів вічок фільтруючої сітки, а пропускна спроможність від площі фільтрування. Забруднений фільтруючий елемент промивають зворотним потоком води.

Дискові фільтри розроблені для більш ретельного фільтрування. Складаються із корпусу і фільтруючого елемента у вигляді набору щільно зжатих тонких дисків з радіальними канавками (рис.3.14). Вони поєднують надійність і найменшу собівартість обслуговування. Використовують для видалення неорганічних і органічних частинок. Як правило використовують при заборі води із свердловин. При засміченні можуть промиватись зворотним потоком води, або розбиратись на окремі диски і промиватись струменем із шланга.

Гравійні фільтри використовують для видалення органічних і неорганічних частинок. В якості фільтруючого елемента використовують пісок, який за рахунок своєї високої питомої фільтраційної поверхні, дозволяє утримувати велику кількість завислих частинок (рис. 3.15). Використовують їх при заборі води із відкритих водойм. Промивку здійснюють зворотним потоком води. Гравійно-піщану суміш у фільтрі, використовують двох фракцій: крупну (1,2-2,4 мм) засипають знизу, а дрібну (0,5-0,8 мм) засипають зверху.

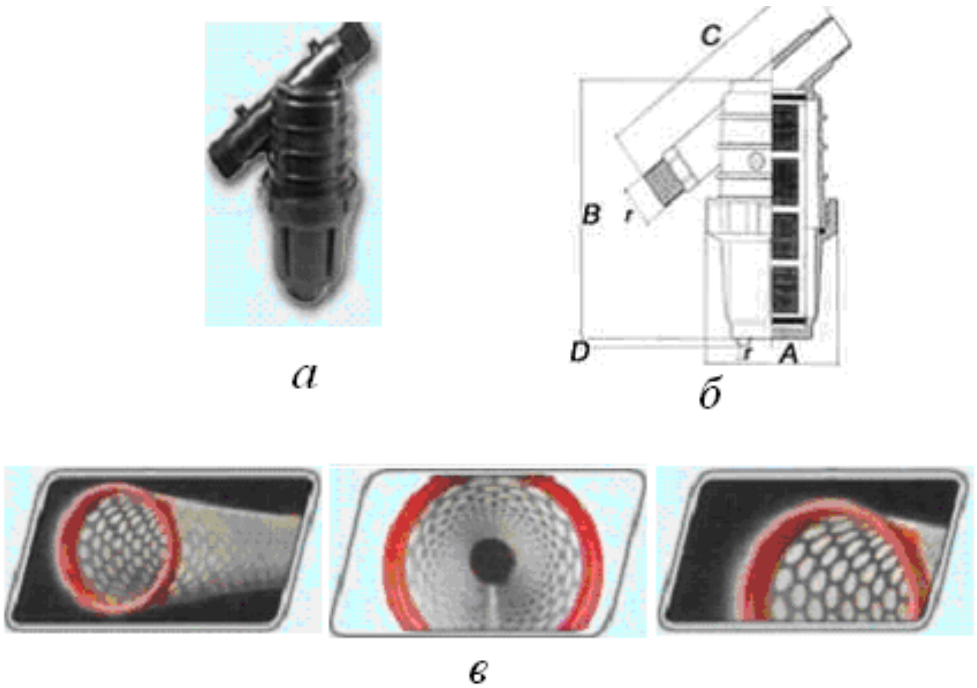


Рис. 3.13. Сітчастий фільтр: *а – зовнішній вигляд*; *б – конструктивна схема; в – фільтруючі елементи*

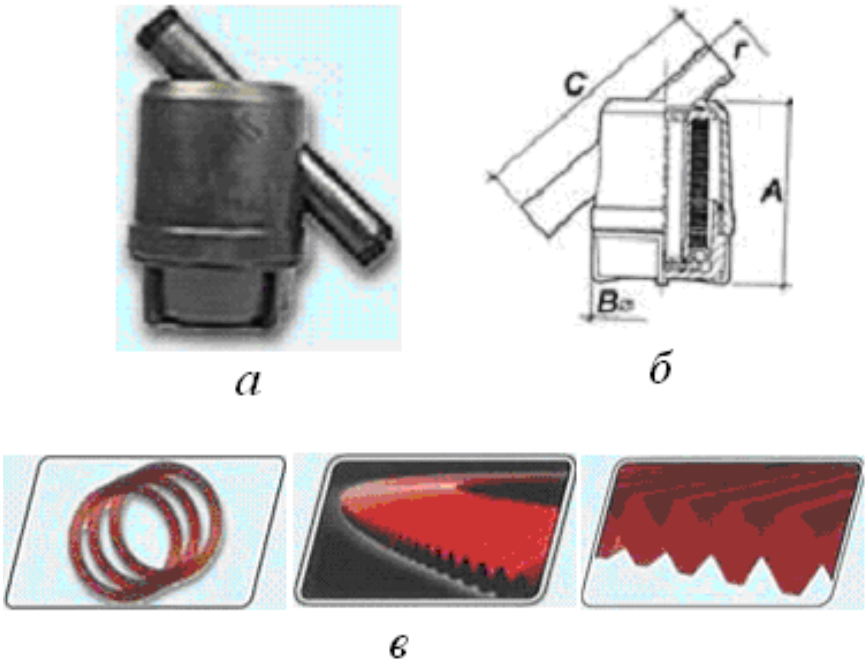


Рис. 3.14. Дисковий фільтр: *а – зовнішній вигляд; б – конструктивна схема; в - фільтруючі елементи.*

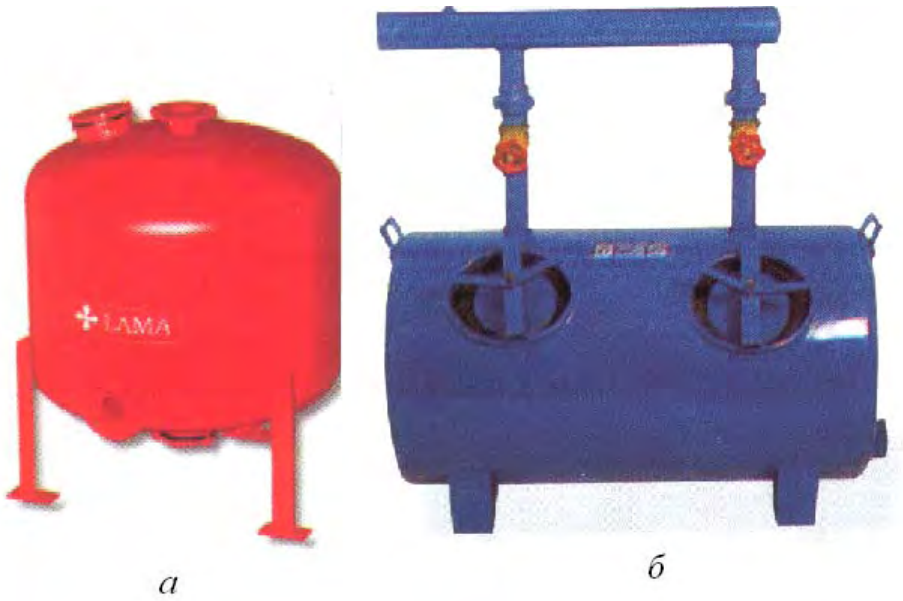


Рис. 3.15. Гравійний фільтр: *а – однокамерний; б – двокамерний*

При досягненні граничних втрат напору (0,15 МПа) в завантаженні чи проходженні завислих частинок у фільтрі більше допустимих значень, фільтр виводять в режим промивки. Для промивки плаваючого завантаження достатньо змінити напрям потоку води за допомогою спеціальних засувок. Під дією низхідного потоку вихідної води, що надходить із верхньої розподільної системи, завантаження розширяється до певної межі. Частинки гравію інтенсивно перемішуються, затримані в завантаженні забруднення виносяться потоком води через вихідний трубопровід в збірний колектор. Інтенсивність промивки знаходиться в межах 15 л/см^2 і триває 5 хвилин.

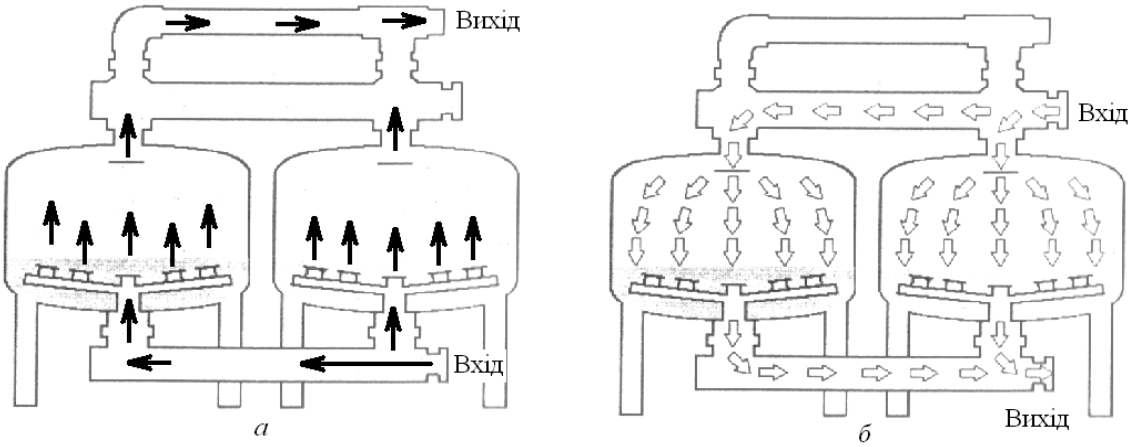


Рис.3.16. Схема промивки гравійного фільтра: *а* –фільтрування; *б* – промивка

Гідроциклони використовують для розділення і видалення важких частинок із води (в основному піску). Використовують при великому забруднені води важкими частинками, для попередньої очистки (рис. 3.17).

Загальну площу фільтрів (F, м^2), що працюють в напірному режимі, визначають за формулою

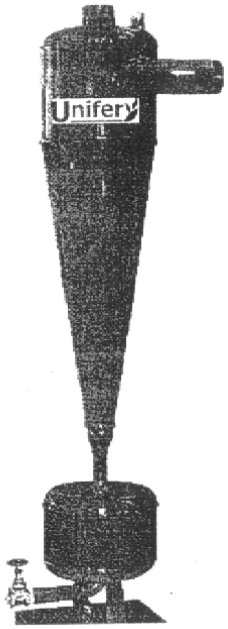


Рис.3.17. Відцентровий сепаратор (гідроциклон) від фірми Unifer (зовнішній вигляд).

$$F = \frac{Q_к}{v_{р.ф}\left(T_ф - t_n \cdot n_0\right)}, \qquad (3.8)$$

де $Q_к$ – продуктивність фільтрувальної станції, м^3/добу; $v_{р.ф}$ - розрахункова швидкість фільтрування (приймають для різних фільтрів від 16,5 до 30 м/годину); $T_ф$ – тривалість роботи фільтрувальної станції за добу, годин; t_n – тривалість простоїв фільтра, що пов'язані з його промивкою, годин; n_0 – кількість промивок фільтра за добу, шт.

Кількість промивок фільтра за добу визначають за формулою

$$n_0 = \frac{24}{t_ф}, \qquad (3.9)$$

де $t_ф$ – тривалість фільтроциклу, год.

Кількість фільтрів, що необхідно встановити на фільтрувальній станції, визначають за формулою

$$N = \frac{F}{f}, \qquad (3.10)$$

де f – площа одного фільтра, м^2 (призначається в залежності від типорозміру застосованого корпусу напірних фільтрів).

У системах краплинного зрошення, як правило, застосовують одно- та двоступеневе очищення води з використанням сітчастих, дискових і піщано – гравійних фільтрів.

При використанні для поливу води з поверхневих джерел (річка, озеро, ставок, водосховище) необхідно застосовувати двоступеневе очищення із застосуванням піщано – гравійних і сітчастих (дискових) фільтрів.

Якщо джерелом зрошення є напірна водопровідна мережа чи артезіанська свердловина, тоді можна використовувати одноступеневу схему очищення за допомогою сітчастих або дискових фільтрів, що бувають пластмасовими або металевими. Металеві фільтри здебільшого виготовляють з приєднувальними розмірами 3" і 4" на тиск 1 МПа.

Наразі в конструкціях систем краплинного зрошення застосовують пластмасові дискові фільтри, приєднувальні розміри яких можуть бути від ¾" до 3" з витратою 4 – 50 м³/годину. На українському ринку найширше представлені фільтри фірм NETAFIM (Ізраїль), ARKAL (Франція), AZUD (Іспанія), ARAG, EDEN, IRRITEC (Італія), PALAPLAST (Греція).

Центром мікрозрошення і водопостачання Інституту гідротехніки і меліорації УААН також налагоджено виробництво дискових фільтрів продуктивністю до 7 м³/годину і приєднувальними розмірами до5/4”, а також розроблено конструкцію і налагоджено серійне виробництво типорозмірного ряду піщано – гравійних фільтрів діаметрами 400, 800 і 1200 мм та продуктивністю, відповідно, 5, 20, 45 м³/годину.

Для якісної роботи піщано – гравійних фільтрів необхідно забезпечити їхнє періодичне промивання від забруднень. Частота промивання фільтрів (тривалість фільтроциклу) залежить від їхньої конструкції, якості вихідної води і може змінюватись від кількох годин до декількох днів.

Промивання може здійснюватись у ручному або автоматичному режимі. Промивання фільтрів у ручному режимі є досить трудомістким процесом, тому на великих площах краплинного зрошення доцільно використовувати систему автоматичного промивання фільтрів. Виконавчими органами в таких системах підготовки води є дистанційно керовані клапани, що забезпечують перерозподіл потоків води у фільтрах при промиванні. Це досягається встановленням на кожному фільтрі двох двоходових або одного триходового клапана. На фільтростанціях з автоматичним промиванням найчастіше використовують триходові клапани чи блоки, що реалізують функцію триходового клапана таких фірм – виробників: AQVATEC (Франція), BERMAD (Ізраїль), COMETAL, RAFAEL (Іспанія). Керування промивання фільтрів проводиться з використанням контролера на основі програмування тривалості фільтроциклу, часу промивання кожного фільтра та їхньої кількості у фільтростанції.

3.5. Вузол підготовки і внесення добрив з поливною водою

Підживлення рослин є запорукою одержання високих врожаїв. Для підтримки оптимальної концентрації елементів живлення в ґрунтовому розчині протягом всього періоду вегетації рослин застосовують локальне внесення добрив разом із поливною водою У закордонній фаховій літературі поливи поживними розчинами називають fertigation в результаті поєднання двох слів – fertilization (удобрення) та irrigation (зрошення). В Україні спосіб внесення мінеральних добрив разом з поливною водою одержав назву фертигація [21].

Переваги фертигації перед іншими способами внесення добрив такі:

- вода і поживні речовини рівномірно надходять до коренів рослин завдяки добрій розчинності мінеральних добрив;
- удобрювальні поливи проводять враховуючи біологічні особливості рослин, їх потребу в поживних речовинах по періодах росту в будь – якій кількості завдяки дозуванню;
- немає потреби в застосуванні самохідних машин і механізмів для розкидання добрив по полю, таким чином зменшується небезпека ущільнення ґрунту;

- завдяки нормованій подачі слабо концентрованих поживних розчинів безпосередньо в ґрунт можна уникнути опіків листя і коренів рослин;

- постійна подача удобрювальних розчинів в малих дозах, що розраховані тільки для потреб рослин, запобігає вимиванню їх за межі кореневмісного шару ґрунту і суттєво поліпшує екологічний стан агроландшафтів;

- обґрунтована технологія внесення поживних речовин з поливною водою в порівнянні з традиційними способами внесення добрив забезпечує їх економію до 40%, на 20 – 25% збільшує кількість врожаю і покращує його якість.

Найбільш ефективним є щоденне внесення добрив, із низькою нормою (3 – 15 кг/га) за допомогою інжекторів або дозатронів.

Для фертигації можна використовувати водорозчинні мінеральні добрива зарубіжного виробництва: Террафлекс, Кеміра комбі, Кристалон, MEGASOL, FERTICARE, Universol, MadMix, монофосфат калію, аміачна та калійна селітра та ін. З вітчизняних добрив добру розчинність мають аміачна селітра та сечовина. Не можна використовувати рідкі комплексні добрива, тому що були випадки повного блокування системи при їхньому застосуванні. Не рекомендується використовувати слабо розчинні добрива типу нітроамофоски. Завжди треба робити витяжку з добрив і перевіряти її на окремих частинах поливного трубопроводу (можлива специфічна реакція добрив із поливною водою).

Внесення добрив потрібно розпочинати через 20 хвилин після початку поливу, коли стабілізуються гідравлічні показники. Тривалість фертигації має становити не менше 30 хвилин з обов’язковим наступним промиванням. Загальна кількість добрив не має перевищувати 1 – 1,2 кг добрив на 1000 л води. При цьому норми їхнього внесення та співвідношення залежать від ґрунтово – кліматичних умов вирощування, фази розвитку рослин і технології їх вирощування, і розробляються спеціалістами для кожної ділянки індивідуально.

Із всіх мінеральних добрив найбільш придатними для удобрювального поливу є азотні, потім – калійні, значно гірші – фосфорні добрива, що мають погану розчинність і вступають у взаємодію з солями у зрошувальній воді. Тому фосфорні добрива необхідно вносити про запас на ряд років під плантажну оранку, або щорічно восени під культивацію.

Азотні добрива підлягають вилуджуванню, калійні, навпаки, добре поглинаються ґрунтом. Тому, азотні добрива на ґрунтах з важким механічним складом вносять в другій половині поливу; на легких – в самому кінці для запобігання вимивання NO_3 із кореневмісного шару ґрунту. Для ґрунтів з легким механічним складом найбільш широко практикують азотні підживлення. В залежності від рекомендованої дози азот необхідно вносити в 5-7 термінів. Одноразові внесення азоту не повинні перевищувати 30 кг/га діючої речовини.

Калійні добрива необхідно вносити через 2-3 години після початку поливів.

При проведенні удобрювального поливу необхідна постійна витрата води для отримання однорідної суміші поживних речовин у зрошувальній воді. Добрива повинні задовольняти таким вимогам: повна, без осаду, розчинність у воді, відсутність осадів, що, як правило, утворюються при реакції з солями у зрошувальній воді; добрива не повинні викликати корозію матеріалів зрошувальної мережі.

Для подачі мінеральних добрив в зрошувальну мережу встановлюють стаціонарний резервуар для добрив (рис. 3.18), який зв'язаний з основною лінією потоку за допомогою випускних трубок.

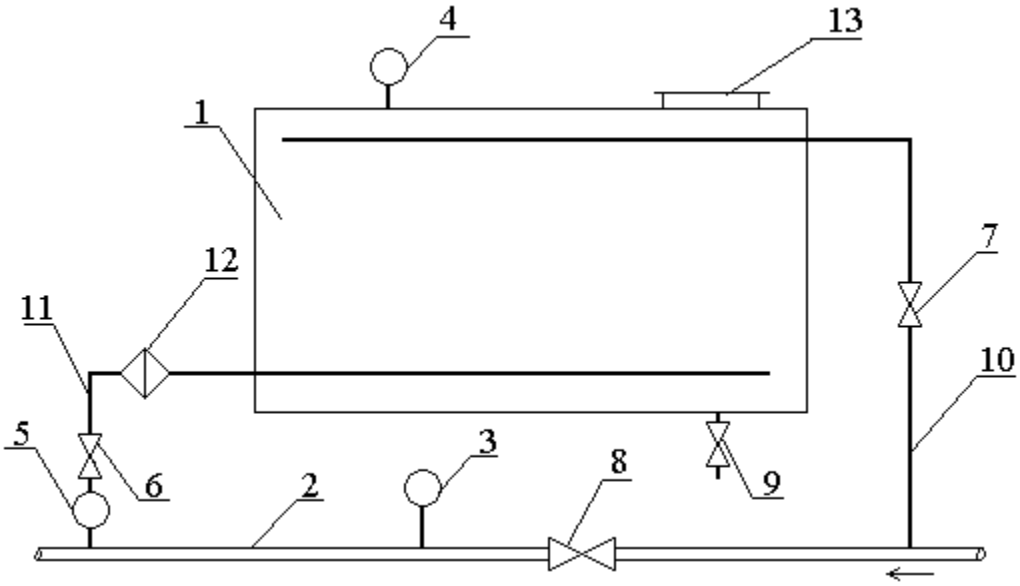


Рис. 3.18. Установка з резервуаром для внесення добрив: 1 – резервуар об'ємом 600 л; 2 – ділянковий трубопровід; 3, 4 – манометри; 5 – жиклер; 6, 7, 8 – кран; 9 – зливний кран; 10 - забірна труба; 11 – випускна труба; 12 – фільтр; 13 – заливний отвір.

Такі системи мають примусовий пристрій введення поживного маточного (концентрованого) розчину в поливну воду. Для цього вони використовують додаткове стороннє джерело енергії для примусової подачі розчину.

На нових системах краплинного зрошення застосовують удобрювальний вузол інжекторного типу, який використовує потік води для всмоктування добрив шляхом створення штучного розрідження. Вони мають просту і надійну конструкцію (немає рухомих деталей). При цьому недоліком є складність регулювання подачі розчину при змінному тиску, і висока втрата тиску (може досягати 40%). Частіше за все застосовують інжектор типу "Ventury" (рис. 3.19). Продуктивність трубки "Ventury" знаходиться в межах від 5 до 1950 л/годину, а можливі розміри з'єднання 3,4" – 2".

Для внесення добрив із поливною водою можна використовувати також інжектори, дозатрони зарубіжного виробництва продуктивністю від 2,5 до 20 м³/годину, і приєднувальними розмірами від1" до 2". Основними виробниками цього обладнання є фірми DGT (Бельгія), VALMATIC (Італія), DOSATRON (Франція), DOSMATIC, VALMONT (США).

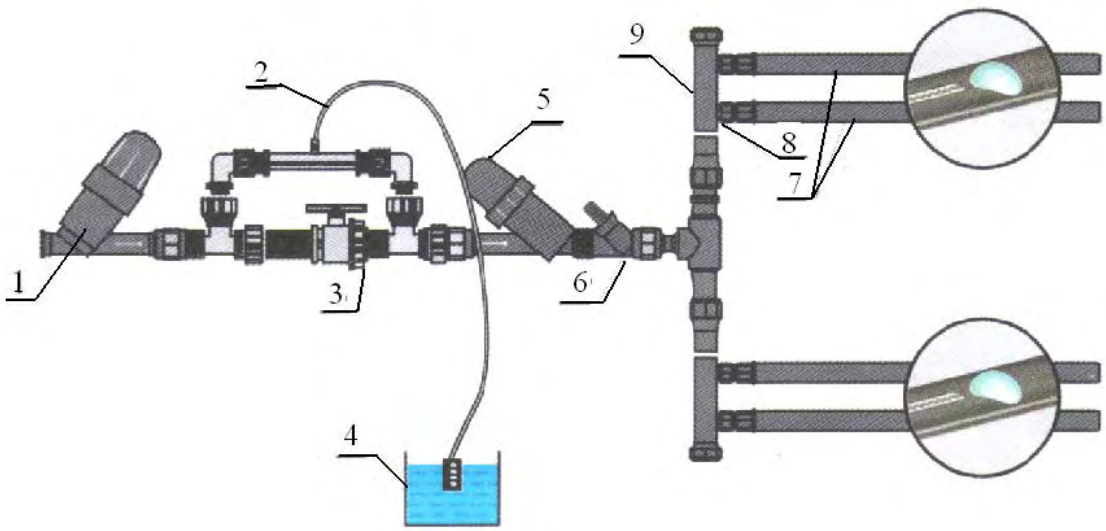


Рис. 3.19. Схема установки системи краплинного зрошення з інжектором типу “Ventury”: 1 – фільтр сітчастий; 2 – інжектор типу “Ventury”; 3 – обв’язка; 4 – посудина з добривами; 5 – фільтр дисковий; 6 – регулятор тиску; 7 – краплинна стрічка; 8 – стартер; 9 – труба розвідна.

Маточні (концентровані) розчини добрив готують раніше на спеціальній установці, що дозволяє механізувати їх приготування.

Точне дозування маточного розчину добрив в систему з врахуванням води в трубопроводі можна розрахувати за формулою

$$q_м = \frac{F \cdot S}{3{,}6 \cdot C_м \cdot K \cdot t}, \tag{6.2}$$

де $q_м$ – витрата маточного розчину, л/с; $C_м$ – концентрація маточного розчину, г/л; F – площа одночасного поливу ділянки, га; S – рекомендована доза внесення рідкого добрива, кг/га; t – тривалість поливу, годин; K – коефіцієнт, що виражає залежність між часом закінчення подачі маточного розчину і закінченням вегетаційного поливу, як правило, K=0,8, щоб дати час для промивки мережі.

Об’єм резервуара для добрив вибирають з врахуванням концентрації маточного розчину добрив за формулою

$$V = \frac{1000 \cdot F \cdot S}{C_м}, \tag{6.3}$$

де V – об’єм резервуара для добрив, л.

3.6. Особливості проектування трубопровідної мережі систем краплинного зрошення

Для влаштування магістральних, розподільних і ділянкових трубопроводів у системах можна використовувати поліетиленові або полівінілхлоридні труби як вітчизняного, так і зарубіжного виробництва з роз'єднувальними з'єднаннями. Тип труб визначають за робочим тиском води в мережі з врахуванням категорії і висоти засипки ґрунту. Вибір матеріалу і типу труб із поліетилену здійснюють за робочим тиском в трубопроводі з урахуванням нормального терміну служби, температури води і способу з'єднання.

За робочий тиск в трубопроводі приймають найбільший можливий в умовах експлуатації внутрішній тиск в мережі при сталому русі води. Робочий тиск в трубопроводі встановлюють на підставі гідравлічних розрахунків.

Пластмасові труби (поліетиленові, полівінілхлоридні та поліпропіленові) найкраще відповідають вимогам закритих зрошувальних систем. Вони дуже легкі, не піддаються корозії і не руйнуються навіть при замерзанні в них води, і в той же час мають підвищену пропускну здатність через низький гідравлічний опір, велику довговічність (до 50 років) і малу теплопровідність. До недоліків пластмасових труб відносять: необхідність дотримання певних правил при укладці, великий коефіцієнт лінійного розширення і відносну складність їх з'єднання.

Основні характеристики напірних поліетиленових труб вітчизняного виробництва із поліетилену високої щільності (ПВП), та поліетилену низької щільності (ПНП) чотирьох типів наведено в табл. 3.2. Їх виготовляють відрізками довжиною 5, 6, 8, 10 і 12 м. Труби діаметром до 160 мм можуть поставлятись намотаними на бобіни (котушки).

3.2. Максимальний тиск в поліетиленових трубах

Тип труб	**Максимальний тиск (МПа) при температурі 20 °С**	
	ПВП	**ПНП**
Л – легкий	0,25	0,25
СЛ– середньо-легкий	0,40	0,40
С – середній	0,60	0,60
Т – важкий	1,00	1,00

Основні розміри і маса труб із поліетилену високої і низької щільності наведені в табл. 3.3 і 3.4.

Труби із не пластифікованого полівінілхлориду випускають шести типів. Для їх виготовлення використовують полівінілхлорид ПВХ-60 і ПВХ-100. Полівінілхлорид ПВХ-60 відповідає допустимій напрузі стінок труб – 6 МПа, а ПВХ-100 – 10 МПа.

3.3. Розміри і маса труб із поліетилену високої щільності ПВП

Середній зовнішній діаметр, мм	Тип труб							
	Л		СЛ		С		Т	
	номінальна товщина стінок, мм	маса 1 м, кг	номінальна товщина стінок, мм	маса 1 м, кг	номінальна товщина стінок, мм	маса 1 м, кг	номінальна товщина стінок, мм	маса 1 м, кг
110	2,7	0,935	4,3	1,45	6,2	2,04	10,0	3,14
125	3,1	1,22	4,8	1,84	7,1	2,65	11,4	4,07
140	3,5	1,53	5,4	2,30	7,9	3,30	12,7	5,07
160	3,9	1,95	6,2	3,02	9,1	4,33	14,6	6,66
180	4,4	2,47	7,0	3,83	10,2	5,45	16,4	8,41
200	4,9	3,05	7,7	4,69	11,4	6,77	18,2	10,4
225	5,5	3,84	8,7	5,95	12,8	8,55	20,5	13,1
250	6,1	4,72	9,7	7,36	14,2	10,5	22,8	16,2
280	6,9	5,98	10,8	9,17	15,9	13,2	25,5	20,3
315	7,7	7,49	12,2	11,6	17,9	16,7	-	-
355	8,7	9,52	13,7	14,7	20,1	21,1	-	-
400	9,8	12,1	15,4	18,6	22,7	26,9	-	-
450	11,0	15,2	17,3	23,5	25,5	33,9	-	-
500	12,2	18,8	19,3	29,1	-	-	-	-
560	13,7	23,6	21,6	36,5	-	-	-	-
630	15,4	29,8	24,3	46,2	-	-	-	-

3.4. Труби із поліетилену низької щільності ПНП

Середній зовнішній діаметр, мм	Тип труб							
	Л		СЛ		С		Т	
	номінальна товщина стінок, мм	маса 1 м, кг	номінальна товщина стінок, мм	маса 1 м, кг	номінальна товщина стінок, мм	маса 1 м, кг	номінальна товщина стінок, мм	маса 1 м, кг
50	2,4	0,359	3,7	0,531	5,4	0,738	8,3	1,05
63	3,0	0,561	4,7	0,845	6,7	1,50	10,5	1,66
75	3,6	0,797	5,6	1,20	8,0	1,63	12,5	2,36
90	4,3	1,14	6,7	1,71	9,6	2,35	15,0	3,40
110	5,2	1,68	8,1	2,52	11,8	3,52	18,3	5,05
125	6,0	2,19	9,3	3,28	13,4	4,54	20,8	6,54
140	6,7	2,74	10,4	4,01	-	-	-	-
160	7,7	3,39	11,9	5,10	-	-	-	-

У відповідності з типом труб і маркою полівінілхлориду призначають робочий тиск (табл. 3.5).

3.5. Типи полівінілхлоридних труб, відповідний їм тиск і рекомендовані ряди

Тип труб	Максимальний робочий тиск, МПа	Рекомендований ряд труб	
		ПВХ-60	ПВХ-100
О – полегшений*	-	1	1
Л – легкий	0,25	2	-
СЛ – середньо-легкий	0,40	3	2
С – середній	0,60	4	3
Т – важкий	1,00	5	4
ОТ – особливо важкий	1,60	-	5

*Застосовують тільки для безнапірних трубопроводів.

Основні розміри і маса полівінілхлоридних труб у відповідності з рядами наведені в додатку Є. Довжина труб 5,5 - 6,0 м.

Напірні труби із поліпропілену виготовляють легкої Л (робочий тиск 0,25 МПа), середньої С (0,6 МПа) і важкої Т (1 МПа) серії (табл. 3.6).

Для поліетиленових трубопроводів підземної укладки несучу здатність потрібно перевіряти розрахунками на стійкість круглої форми поперечного перерізу труб.

Строк служби трубопроводів з підземною укладкою встановлюють не менше 25 років при температурі води 20 °С, а при надземному розташуванні трубопроводів не менше 10 років при температурі води 30-40°С (в залежності від кліматичної зони).

З'єднувальні деталі для трубопроводів застосовують рівноміцними основному матеріалу труб. В якості з'єднувальної арматури для поліетиленових трубопроводів рекомендується застосовувати арматуру промислового виробництва.

3.6. Напірні труби із поліпропілену

Умовний прохід, мм	**Зовнішній діаметр, мм**	**Тип труб**					
		Л		**С**		**Т**	
		номінальна товщина стінок, мм	**маса 1 м, кг**	**номінальна товщина стінок, мм**	**маса 1 м, кг**	**номінальна товщина стінок, мм**	**маса 1 м, кг**
40	50	2,0	0,30	2,8	0,41	3,9	0,50
50	63	2,0	0,39	3,6	0,66	4,9	0,80
70	75	2,4	0,55	4,3	0,94	5,8	1,15
80	90	2,8	0,77	5,1	1,33	7,0	1,64
100	110	3,5	1,16	6,2	1,97	8,5	2,46
115	125	3,9	1,46	7,1	2,56	9,7	3,17
125	140	4,4	1,85	7,9	3,19	10,8	3,99
130	160	5,0	2,39	9,1	4,19	12,3	5,19
190	200	6,2	3,72	11,4	6,55	5,4	8,12
225	250	7,8	5,79	14,2	10,1	-	-
300	315	9,8	7,80	17,6	14,2	-	-

Фітинги призначені для з'єднання поліетиленових труб між собою, підключення до кранів та іншої арматури. Вони дозволяють швидко і надійно з'єднати поліетиленові труби діаметрами від 16 до 110 мм в розгалужені водопровідні мережі.

Фітинги Jimten"Gama'55" складаються із уніфікованої затискної частини, однакової для всіх фітингів даного розміру, і взаємозамінних корпусів (коліна, зовнішні і внутрішні різьби, трійники та ін.). На рис. 3.20; 3.21 наведений приклад різноманіття фітингового з'єднання.

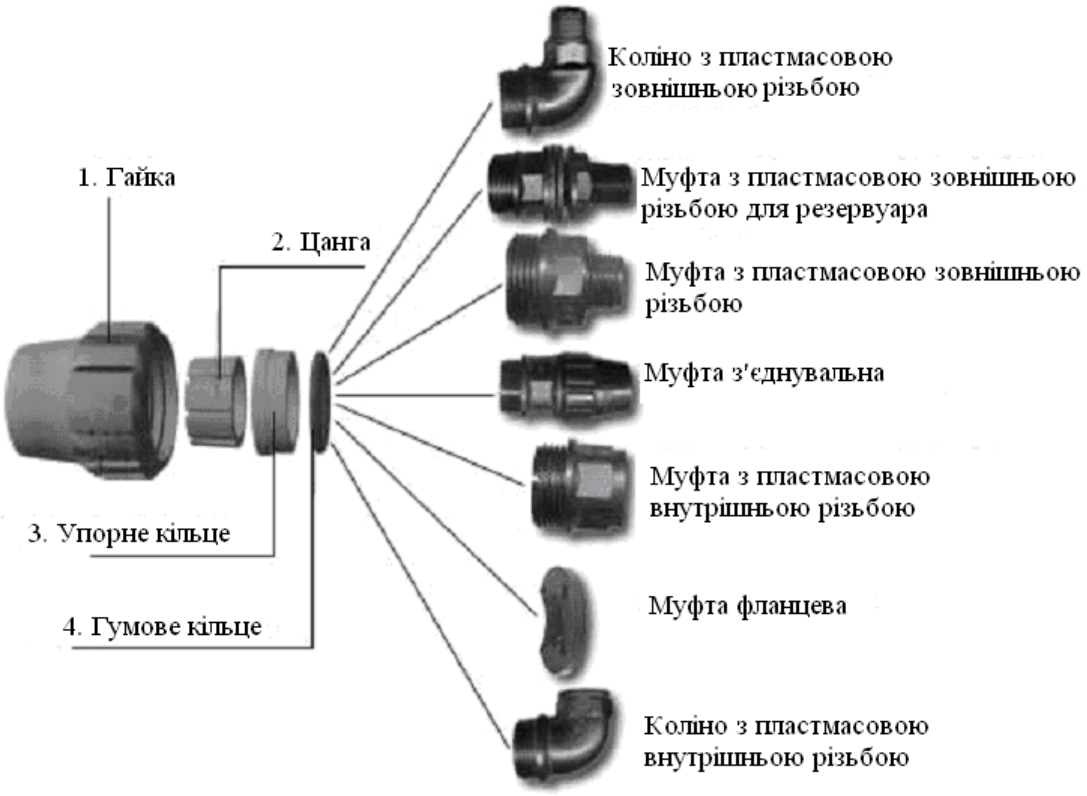


Рис. 3.20. Схема різноманітного фітингового з'єднання. Матеріал гайки і корпусу – поліпропілен; цанги, упорного кільця – поліфенилоксид

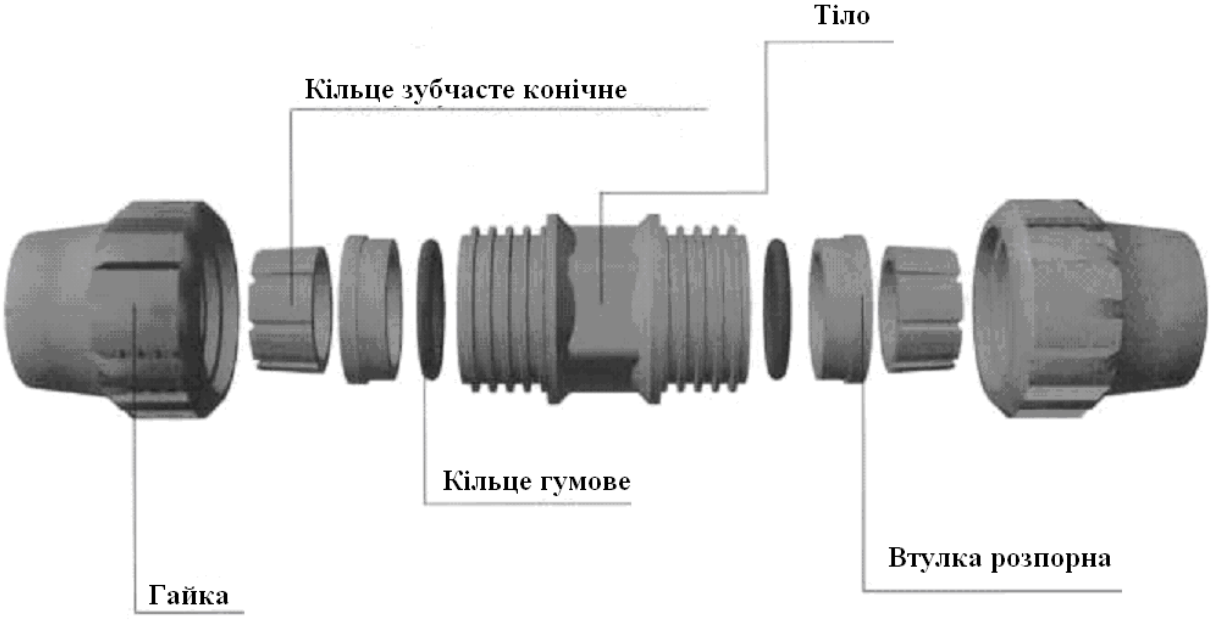


Рис. 3.21. Механічні затискні різьбові фітинги

1. Конічна *гайка* з'єднується з корпусом, обжимаючи при цьому *цангу*.
2. Зубчата *цанга* щільно охоплює поліетиленову трубу і підтягує її до корпусу.
3. *Упорне кільце* передає зусилля затяжки гайки на ущільнювальне каучукове кільце.
4. *Ущільнювальне кільце* із нітрильного маслобензостійкого каучуку надійно ущільнює трубу по зовнішньому діаметру.

5. *Корпус* має внутрішні упори, що попереджають обертання труби в з'єднанні.

На корпусі позначений його розмір.

Номенклатура і технічні параметри деякої з'єднувальної арматури, що застосовується при монтажу поливних стрічок наведені в додатку Ж.

Для нормальної роботи зрошувальної мережі на ній необхідно передбачати запірно-регулюючу арматуру.

Запірно-регулюючу і запобіжну арматуру на розподільній мережі розташовують в колодязях. Параметри колодязів в плані визначають кількістю і розмірами розташованої в них арматури. Можливе наземне розташування запірно-регулюючої арматури. Із запірної арматури частіше застосовують [32]: клапан запірний прохідний муфтовий ***14ч8р*** (з умовними діаметрами 15, 20, 25, 32, 40, 50, 65 і 80 мм, з ручним приводом); клапан запірний прохідний фланцевий ***15ч9п2*** (з умовними діаметрами 15, 20, 25, 32, 40 і 50 мм, з ручним приводом); клапан запірний мембранний типу СВМ фланцевий ***16ч888р*** (з умовними діаметрами 25, 40, 50 і 65 мм, з електромагнітним приводом); клинова засувка з висувним шпинделем з ручним приводом ***31ч6нж*** (з умовним діаметром 50 і 100 мм);клинова засувка з не висувним шпинделем з ручним проводом ***30ч47р*** (з умовним діаметром 50, 80, 100, 150, 200 і 250 мм); клинова фланцева сталева засувка з висувним шпинделем з ручним приводом ***30с64нж*** (з умовним діаметром 150 і 200 мм); дисковий затвор з ущільненням по корпусу з ручним приводом від рукоятки з закладкою ***Л99030 ЦКБА*** (з умовним діаметром 50 і 80 мм); дисковий поворотний затвор з ущільненням по корпусу з ручним приводом від черв'ячного редуктора ***2967-100СБ і 2866-15-00СБ*** (з умовним діаметром 100 і 150 мм).

Особливу увагу приділяють ***регуляторам тиску*** на зрошувальній мережі. Зрошувальну мережу розраховують на підтримання потрібного тиску в домінуючій точці. При цьому в деяких точках на відгалуженнях від основної траси може виявитись завищений тиск, що призводить до порушення режиму роботи. В такому випадку необхідно застосовувати регулятори тиску (рис. 3.22). Регулятор тиску служить для підтримання постійного тиску в зрошувальній мережі згідно паспортних даних.

Рис. 3.22. Регулятор тиску ¾"

Регулятор тиску складається із корпусу і кришки, між якими знаходиться діафрагма. Корпус має дві камери розділені перемичкою таким чином, що притиснута до перемички діафрагма перекриває рух води із однієї камери в іншу. Між кришкою і діафрагмою є пружина за допомогою якої регулятор може виконувати роль запірного пристрою. Вхідна камера з'єднана трубкою з порожниною над діафрагмою і далі, через трійник і дросель, з вихідною камерою.

Принцип роботи регулятора тиску такий. При закритому дроселі тиск води у вхідній камері і порожнині над діаграмою вирівнюється і пружина

притискує діафрагму до перемички, перекриваючи надходження води в систему. Регулюючи дроселем скид води з порожнини над діафрагмою регулюється тиск в системі. Якщо в системі підвищений тиск – то він автоматично підвищується і над діафрагмою. Тоді діафрагма під дією пружини опускається, і зменшує подачу води. А при зменшенні тиску – навпаки.

Для звільнення від води і промивки мережі на трубопроводах встановлюють споруди з необхідною арматурою. Для організації промивного режиму мережі передбачають можливість перерозподілу витрат, тобто тимчасового відключення частини витрати при запуску і на період промивки.

Пластмасові трубопроводи з металевою арматурою з'єднують через металеві патрубки, на які пластмасові труби наприсовують. Іноді для збільшенні надійності кріплення застосовують хомути.

Всі металеві частини, встановлені на трубопроводах (засувки, фланцеві з'єднання, сталеві фасонні частини та ін.) захищають від корозії.

3.7. Гідравлічний розрахунок трубопроводів

Параметри системи краплинного зрошення (витрата, тиск, діаметри та кількість труб, вартість) розраховують залежно від розмірів і конфігурації ділянки, рельєфу, схеми посадки (висіву) культур, джерела зрошення і режиму керування поливом. Як правило, конструкція системи передбачає кілька модулів. Під модулем при цьому розуміють ділянку краплинного зрошення, що не має водообігу, тобто в межах якої поливи проводять одночасно по всій площі. Модульний принцип краплинного зрошення дає можливість проводити почерговий полив на всій зрошуваній площі, вносити хіммеліоранти з поливною водою, а також локалізувати аварійну ситуацію в системі на будь – якому поливному модулі при значних питомих витратах води.

Гідравлічним розрахунком водопровідної мережі визначають довжину і діаметр трубопроводів і втрати напору на всіх її ділянках за відомої витрати води в залежності від похилу місцевості, а також мінімальний тиск на вході в систему [33].

Діаметр трубопроводів (d, м), визначають за витратою води брутто

$$d = \sqrt{\frac{4Q_{бр}}{\pi \cdot v}} = 1{,}13\sqrt{\frac{Q_{бр}}{v}}, \qquad (3.11)$$

де 1,13 – коефіцієнт, що враховує перехід від живого перерізу потоку до діаметра трубопроводу; $Q_{бр}$ – розрахункова витрата води на ділянці трубопроводу, м^3/с; v – швидкість руху води в трубопроводі, м/с.

Швидкість руху води в трубопроводі приймають від 0,9 до 1,9 м/с. Одержані фактичні значення діаметрів труб округлюють до найближчого більшого стандартного значення у відповідності з сортаментом.

Після визначення діаметрів трубопроводів встановлюють фактичну швидкість руху води в них: $v_f = Q/w$, м^3/с.

де w – площа живого перерізу трубопроводу, м².

Спочатку встановлюють витрати в поливних, а потім ділянкових, розподільних і магістральних трубопроводах.

В подальших розрахунках діаметри трубопроводів можуть змінюватись в залежності від того, необхідно зменшити чи збільшити втрати напору, щоб вирівняти тиск по всій мережі.

Напір насосної станції визначають як суму вільного напору, втрат напору в трубопроводах і геодезичної різниці відміток (насосної станції і розрахункової ділянки)

$$H_{НС} = h_{вільн} + h_{ПТ} + h_{ДТ} + h_{РТ} + h_{МТ} + h_{геод}, \qquad (3.12)$$

де $h_{вільн}$ – вільний напір в кінці поливного трубопроводу (мінімально-допустимий напір на крапельниці), м; $h_{ПТ}$ – втрати напору в поливному трубопроводі, м; $h_{ДТ}$ – втрати напору в ділянковому трубопроводі, м; $h_{РТ}$ – втрати напору в розподільному трубопроводі, м; $h_{МТ}$ – втрати напору в магістральному трубопроводі, м; $h_{геод} = z_{діл} - z_{НС}$ – різниця геодезичних відміток розрахункової ділянки і насосної станції, м.

Втрати напору в магістральному і розподільному трубопроводах (див. рис. 3.18 і 3.19) знаходять за формулою

$$h = \lambda \frac{l \cdot v^2}{d \cdot 2g}, \qquad (3.13)$$

де l – довжина ділянки трубопроводу, м; v – швидкість руху води в трубі, м/с; d – внутрішній діаметр трубопроводу, м; g – прискорення вільного падіння, g=9,81 м/с²; λ - коефіцієнт опору, який залежить від матеріалу труб, швидкості руху води і діаметра труб. Для його розрахунку розроблено багато таблиць і емпіричних формул [33].

Втрати напору можна знайти через гідравлічний уклон (питомі втрати напору на 1 п. м трубопроводу)

$$i = \frac{h}{l} = \lambda \frac{v^2}{2gd}. \qquad (3.14)$$

Гідравлічний уклон для різних труб можна знайти за такими емпіричними формулами:

- для сталевих труб

при $v \geq 1{,}2$ м/с, $$i = 0{,}00107 \frac{v^2}{d^{1,3}}, \qquad (3.15)$$

при $v \prec 1{,}2$ м/с, $$i = 0{,}000912 \frac{v^2}{d^{1,19}} \left(1 + \frac{0{,}861}{v}\right)^{0,3}; \qquad (3.14)$$

- для азбестоцементних труб

$$i = 0{,}000561 \frac{v^2}{d^{1{,}19}} \left(1 + \frac{3{,}51}{v}\right)^{0{,}3}; \qquad (3.15)$$

- для залізобетонних труб

при $v \geq 1{,}23$ м/с, $i = 0{,}00109 \frac{v^2}{d^{1{,}254}}$, (3.16)

при $v < 1{,}23$ м/с, $i = 0{,}0008 \frac{v}{d^{1{,}254}} \left(1 + \frac{2}{v}\right)^{0{,}254}$; (3.17)

- для пластмасових труб

$$i = 0{,}000685 \frac{v^{1{,}774}}{d^{1{,}226}}; \qquad (3.18)$$

- для труб із алюмінієвих сплавів зі зварними швами

$$i = 0{,}000492 \frac{v^{1{,}351}}{d^{1{,}267}}. \qquad (3.19)$$

Швидкість руху води в трубопроводі уточнюють в залежності від прийнятого діаметра трубопроводу

$$v = \frac{4Q_{бр}}{\pi \cdot d_{ст}{}^2}. \qquad (3.20)$$

Місцеві втрати напору в засувках, поворотах, звуженнях, розширеннях, при розділенні потоку в трійниках і хрестовинах визначають за формулою

$$h_м = \xi \frac{v^2}{2g}, \qquad (3.21)$$

де ξ – коефіцієнт місцевих опорів, який визначають за довідниками для гідравлічних розрахунків [33].

Втрати напору в ділянкових і поливних трубопроводах визначають по залежностях, що відображають процес руху рідини з перемінної її масою. Розрахункові залежності для цього отримані із розв’язку системи рівнянь напірного руху рідини для випадку, що моделює рух в реальному трубопроводі системи краплинного зрошення. Втрати тиску ΔP в трубопроводі L з безперервною і рівномірно змінною витратою визначають за формулою

$$\frac{\Delta P}{\rho \cdot g} = \tfrac{1}{3} \lambda_0 \frac{L}{d} \cdot \frac{v_0{}^2}{2g}, \qquad (3.22)$$

де $\lambda_0 = \dfrac{0{,}302}{\mathrm{Re}_0^{\,0{,}226}}$ – коефіцієнт гідравлічного тертя для початкового перерізу трубопроводу; $\mathrm{Re}_0 = \dfrac{v_0 \cdot d}{y}$ – число Рейнольдса для початкового перерізу; ρ - щільність води, як правило, приймають ρ=1000 кг/м^3; v_0 – швидкість в початковому перерізі, м/с; y – коефіцієнт кінематичної в'язкості, для води при 20 °С він складає 10^{-6}.

В реальному поливному чи ділянковому трубопроводі рух води здійснюється в умовах, що відрізняються від ідеального випадку, для якого отримана формула (3.13). Для врахування цих особливостей в формулу (3.13) вводять такі поправочні коефіцієнти:

$C = \left(\dfrac{n + 0{,}5}{n}\right)^2$ – враховує дискретність зміни витрати по довжині, де n – кількість точок видачі витрати;

$A = \dfrac{8K^2 + 9K + 3}{5(K+1)^2}$ – враховує нерівномірність зміни витрати по довжині, де $K = \dfrac{q_0}{q_к}$ – нерівномірність роздачі, що дорівнює відношенню витрат першого q_0 і останнього $q_к$ водовипуску;

B= 1,09 – враховує зміну коефіцієнта гідравлічного тертя по довжині;

$m = 1 + \xi \dfrac{d}{\lambda_0 \cdot \Delta l}$ – сумарний вплив місцевих опорів, що створюються штуцерами водовипусків, де Δl – відстань між водовипусками;

$\xi = \left[\dfrac{1}{f\left(0{,}57 + \dfrac{0{,}043}{1{,}1 - \varphi}\right)} - 1\right]^2$ – коефіцієнт місцевого опору;

$f = 1 - \dfrac{4w_к}{\pi d^2}$ – характеристика зменшення поперечного перерізу штуцером водовипуску; $w_к$ – площа проекції штуцера на площину поперечного перерізу.

Після підстановки перелічених коефіцієнтів формула (3.13) набуде вигляду

$$\frac{\Delta P}{\rho g} = \frac{B}{3} A \cdot m \cdot C \cdot \lambda_0 \cdot \frac{l}{d} \cdot \frac{v_0^{\,2}}{2g}. \qquad (3.23)$$

Об'єднавши всі множники формули (3.14) крім довжини під терміном „питомі втрати тиску" (I), отримуємо остаточну формулу для визначення втрат в поливному (ПТ) і ділянковому (ДТ) трубопроводах

$$\Delta P = \rho \cdot g \cdot l \cdot I \,. \qquad (3.24)$$

Приклад 3.1.

Визначити втрати напору на розподільчому азбестоцементному водогоні довжиною 560 м, якщо по ньому необхідно подати воду максимальною витратою 30 л/с.

Розв'язок

Орієнтовний діаметр становить $d = 1{,}13\sqrt{\dfrac{4Q_{бр}}{v}} = 1{,}13\sqrt{\dfrac{0{,}03}{1}} = 0{,}196$ м, найближчий стандартний діаметр $d_{ст} = 200$ мм, або 0,2 м.

Швидкість руху води у водогоні при стандартному діаметрі складатиме

$$v = \frac{4Q_{бр}}{\pi \cdot d_{ст}{}^2} = \frac{4 \cdot 0{,}03}{3{,}14 \cdot 0{,}2^2} = 0{,}955 \text{ м/с.}$$

Гідравлічний уклон $i = 0{,}000561\dfrac{0{,}955^2}{0{,}2^{1{,}19}}\left(1 + \dfrac{3{,}51}{0{,}955}\right)^{0{,}3} = 0{,}0055$.

Втрати напору на ділянці розподільного трубопроводу складатимуть $h = i \cdot l = 0{,}0055 \cdot 560 = 3{,}09$ м.

Приклад 3.2.

Визначити втрати тиску в польовому трубопроводі виконаного із краплинної стрічки Aqua TraXX марки ERA5XX1634 довжиною 100 м, з внутрішнім діаметром 16 мм, з витратою одного емітера 1,14 л/год. Емітери розташовані через 40 см. ККД=0,98.

Розв'язок

Витрата в голові трубопроводу

$$Q_0 = \frac{1}{\eta} \cdot q_к \cdot n = \frac{1}{0{,}98}\frac{1{,}14 \cdot 250}{3600 \cdot 1000} = 8{,}35 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3\text{/с.}$$

де n – кількість емітерів на поливному трубопроводі

$n = \dfrac{l}{\Delta l} = \dfrac{100}{0{,}4} = 250$ шт.; Δl =0,4 м – відстань між емітерами.

Швидкість руху води в поливному трубопроводі

$$v_0 = \frac{4Q_0}{\pi \cdot d^2} = 0{,}42 \text{ м/с.}$$

Для розглянутого випадку

$$C = \left(\frac{n + 0{,}5}{n}\right)^2 = \left(\frac{250 + 0{,}5}{250}\right)^2 = 1{,}004 \approx 1;$$

при нерівномірності роздачі витрати $K = 0{,}9$

$$A = \frac{8K^2 + 9K + 3}{5(K+1)^2} = \frac{8 \cdot 0{,}9^2 + 9 \cdot 0{,}9 + 3}{5(0{,}9+1)^2} = 0{,}974;$$

$$\xi = \left[\frac{1}{f\left(0{,}57 + \frac{0{,}043}{1{,}1 - \varphi}\right)} - 1\right]^2 = \left[\frac{1}{0{,}9\left(0{,}57 + \frac{0{,}043}{1{,}1 - 0{,}9}\right)} - 1\right]^2 = 0{,}173;$$

$$\mathrm{Re} = \frac{v_0 \cdot d}{y} = \frac{0{,}42 \cdot 0{,}016}{1{,}14 \cdot 10^{-6}} = 5895;$$

$$\lambda_0 = \frac{0{,}302}{\mathrm{Re}^{0{,}226}} = \frac{0{,}302}{5895^{0{,}226}} = 0{,}042;$$

$$m = 1 + \xi \frac{d}{\Delta l \cdot \lambda_0} = 1 + 0{,}173 \frac{0{,}016}{0{,}4 \cdot 0{,}042} = 1{,}17.$$

Тоді питомі втрати складуть

$$I = A \cdot m \cdot C \cdot \frac{B}{3} \frac{\lambda_0}{d} \frac{v_0^2}{2g} = 0{,}974 \cdot 1{,}17 \cdot 1 \frac{1{,}09}{3} \frac{0{,}042}{0{,}016} \frac{0{,}42^2}{2 \cdot 9{,}81} = 0{,}0095.$$

Втрати тиску дорівнюють

$\Delta P = \rho \cdot g \cdot l \cdot I = 1000 \cdot 9{,}81 \cdot 100 \cdot 0{,}0095 = 9358$ Па або 9,4 кПа, 0,95 м.

Приклад 3.3.

Підібрати діаметр і розрахувати максимальну довжину ділянкового водогону до якого підключені поливні стрічки Aqua TraXX марки ERA5XX1634 (див. додаток А) за умови, що втрати напору не повинні перевищувати 7 м (49 кПа). Додатково відомо, що водогін розташований горизонтально (i=0),а вода подається в поливні стрічки на відстані 0,7 м одна від одної; витрата води в кожній поливній стрічці 0,0835 л/с.

Розв'язок

Розрахунок необхідно вести за попередньою схемою методом підбору. Результати розрахунку наведені в табл. 3.7. і при цьому розглянуті варіанти з різними діаметрами пластмасових труб.

Потім встановлюють оптимальні довжини для різних діаметрів. Задавшись діаметром ділянкового трубопроводу можна підібрати оптимальну довжину. Так для діаметру 90 мм і перелічених вище умовах такою довжиною є 125 м. При більшій довжині втрати будуть перевищувати допустимі, тобто 7 м.

3.7.Результати гідравлічного розрахунку ділянкового трубопроводу

Діаметр трубопроводу, *d*, мм	Довжина ділянки, *l*, м	Кількість водовипусків, *n*, шт.	Витрата в головні трубопроводу, *Q*, л/с	Швидкість руху води, v_0, м/с	λ_0	Питомі втрати напору, *I*	Втрати напору по довжині	
							кПа	м
50	10	14	1,19	0,60	0,0302	0,0060	0,59	0,06
	20	28	2,39	1,22	0,0258	0,0216	4,25	0,43
	30	42	3,58	1,82	0,0236	0,0459	13,5	1,38
	40	57	4,86	2,47	0,0220	0,0810	31,8	3,24
	50	71	6,05	3,08	0,0209	0,1220	59,8	6,10
	52	***74***	***6,30***	***3,21***	***0,0207***	***0,1318***	***67,2***	***6,85***
	60	85	7,24	3,69	0,0201	0,1707	100	10,3
63	***75***	***107***	***9,12***	***2,92***	***0,0201***	***0,0942***	***69,3***	***7,06***
75	***97***	***138***	***11,8***	***2,66***	***0,0197***	***0,0707***	***67,2***	***6,85***
90	***128***	***182***	***15,5***	***2,44***	***0,0193***	***0,0539***	***67,7***	***6,90***
110	***172***	***245***	***20,9***	***2,20***	***0,0189***	***0,0400***	***67,5***	***6,88***
125	***208***	***297***	***25,3***	***2,06***	***0,0186***	***0,0334***	***68,2***	***6,96***
140	***246***	***351***	***29,9***	***1,94***	***0,0184***	***0,0285***	***68,7***	***7,00***

За результатами розрахунків будують криві залежності втрат напору від довжини ділянкового водогону (рис. 3.23).

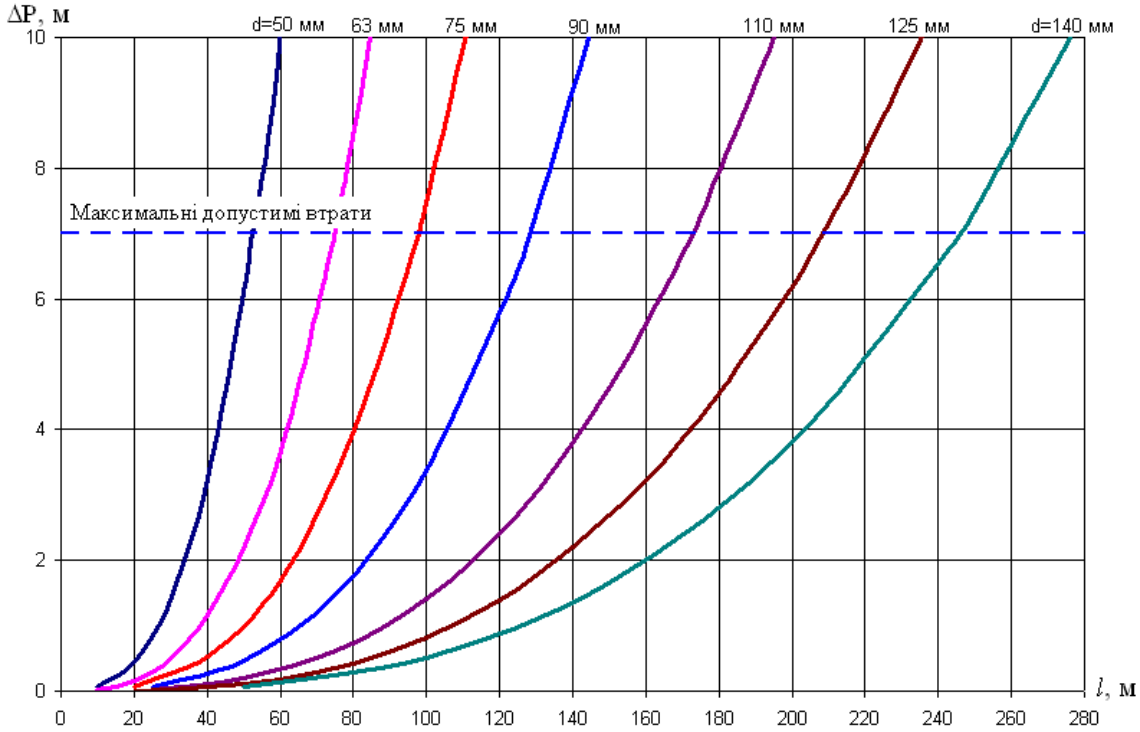


Рис.3.23. Залежність втрат напору від довжини ділянкового водогону для пластмасових труб різного діаметру.

За отриманими кривими можна виконати і обернену задачу. Тобто, знаючи довжину і допустимі втрати напору ділянкового водогону можна підібрати діаметр трубопроводу.

Контрольні запитання:

1. *З яких основних вузлів складається система краплинного зрошення?*
2. *Що таке модульний блок систем краплинного зрошення?*
3. *Які джерела зрошення застосовують для систем краплинного зрошення?*
4. *За якими параметрами характеризують джерела поверхневих вод?*
5. *Від чого залежить зрошувальна спроможність джерела поверхневих вод?*
6. *Коли застосовують регулювання стоку річок при використанні їх для зрошення?*
7. *Які переваги і недоліки при використанні підземних вод для зрошення?*
8. *Коли влаштовують резервуари добового, міжполивного чи річного регулювання при використанні підземних вод?*
9. *Які основні вимоги до конструкції водозаборів систем краплинного зрошення?*
10. *Які типи руслових водозаборів застосовують на водогосподарських об'єктах?*
11. *Які різновиди берегових водозаборів застосовують?*
12. *Що таке ковшові водозабори і умови їх застосовування?*
13. *З яких основних частин складається водозабірна свердловина?*
14. *Які завдання необхідно вирішити при влаштуванні водозабору із свердловини?*
15. *Що таке шахтні колодязі, і коли їх доцільно застосовувати?*
16. *Яке основне призначення насосних станцій на системах краплинного зрошення?*
17. *За якими ознаками класифікують насосні станції на системах краплинного зрошення?*
18. *Як класифікують насосні станції за призначенням?*
19. *Які бувають насосні станції за розташуванням основного обладнання відносно поверхні землі?*
20. *Коли застосовують наземні, напівзаглиблені і заглиблені насосні станції?*
21. *Якими пристроями обладнують насосні станції?*
22. *Які особливості мають насоси типу К і КМ?*
23. *Коли застосовують насоси типу ЭЦВ?*
24. *Як розрахувати добову продуктивність фільтростанції?*
25. *Для чого і як визначають промивні витрати води?*
26. *Яка особливість конструкції сітчастого фільтра?*
27. *Яка конструкція фільтруючого елементу дискового фільтра?*

28. *Для чого застосовують гравійні фільтри?*
29. *Яким чином здійснюється промивка гравійних фільтрів?*
30. *Для чого застосовують гідроциклони?*
31. *Від чого залежить загальна площа поверхні фільтрів, що працюють під напором?*
32. *З яких видів за призначенням трубопроводів складається зрошувальна мережа?*
33. *З яких матеріалів застосовують труби для трубопроводів на системах краплинного зрошення?*
34. *Які основні характеристик пластмасових туб, що застосовують на системах краплинного зрошення?*
35. *Що означають марки пластмасових труб О, Л,СЛ, С, Т і ОТ?*
36. *Що таке пластмасові труби ПВХ-60 і ПВХ-100?*
37. *Яким чином з'єднують пластмасові труби?*
38. *Що таке фітінги і коли їх застосовують?*
39. *Яку запірно-регулюючу і запобіжну арматуру застосовують на трубопроводах?*
40. *Що таке регулятори тиску і коли їх застосовують?*
41. *Яким чином приєднують металеву арматуру до пластмасових труб?*
42. *Від чого залежить розрахунковий діаметр трубопроводу?*
43. *Як розрахувати напір насосної станції?*
44. *Як визначають втрати напору в трубопроводах при проектуванні системи краплинного зрошення?*
45. *Що таке коефіцієнт гідравлічного тертя?*
46. *Що таке втрати напору по довжині і місцеві втрати напору?*
47. *Як регулюють тиск в системах краплинного зрошення?*
48. *Що означає термін „фертигація"?*
49. *Які добрива рекомендують вносити разом з поливною водою при краплинному зрошенні?*
50. *Які типи пристроїв існують для внесення добри зі зрошувальною водою?*
51. *Як працює інжектор типу „Ventury"?*
52. *Від чого залежить доза внесення добрив?*

РОЗДІЛ 4. РЕЖИМ ЗРОШЕННЯ

На відміну від традиційних способів зрошення, коли зволожують всю площу, відведену рослині певною схемою висіву, особливостями краплинного способу поливу є локальний характер зволоження, можливість подачі води безпосередньо в зону інтенсивного водоспоживання рослин відповідно до біологічних особливостей її формування за фазами розвитку. Розміри та форма смуги зволоження (ширина та глибина) визначаються схемою висіву, величиною поливної норми, водно – фізичними властивостями ґрунту, передполивною вологістю ґрунту, типом поливних трубопроводів та їхнім розміщенням відносно рядків рослин, фазою їхнього розвитку.

Тому для забезпечення формування зони зволоження необхідно розглядати у взаємозв'язку ґрунтові (водоутримуюча здатність, потужність шару ґрунту, що підлягає зволоженню), агробіологічні (розвиток кореневої системи на певній фазі розвитку, оптимальний діапазон вологості ґрунту), технічні (витрата водовипусків та їхнє взаємне розміщення), режимні (поливна та зрошувальна норми, тривалість поливу та міжполивного періоду) характеристики.

Режим зрошення сільськогосподарських культур при краплинному способі зрошення розраховують аналогічно традиційним способам поливу. Відмінність полягає якраз в тому, що поливають не всю ділянку, а тільки осередок навколо рослин.

4.1. Розрахунок частки площі живлення рослин, зволоженої краплинним способом

При розрахунках режимів зрошення і техніки поливу при локальному зволоженні необхідно враховувати особливості способу подачі води. На підставі проведених польових досліджень були встановлені основні закономірності зволоження ґрунту при краплинному способі зрошення. Встановлено, що при одній і тій же витраті крапельниць зона зволоження для важких ґрунтів стає майже в два рази більшою, в порівнянні з легкими [4].

На рис. 4.1. наведено розподіл вологості в зоні зволоження супіщаного і важкосуглинкового ґрунтів через добу після поливу.

Як видно з рисунка 4.1. зволоження через добу після поливу є досить нерівномірним. В центральній частині вологість близька до найменшої вологоємкості (НВ), а на периферії – до вологості стійкого в’янення. Аналіз експериментальних даних дозволив встановити, що середня вологість в зоні зволоження після перерозподілу вологи для важких ґрунтів складає 0,90, а для легких – 0,93 від НВ. Глибина промочування конкретного типу ґрунту залежить від вихідного розподілу вологи по вертикалі під крапельницею і тривалості поливу, тобто від об’єму водоподачі.

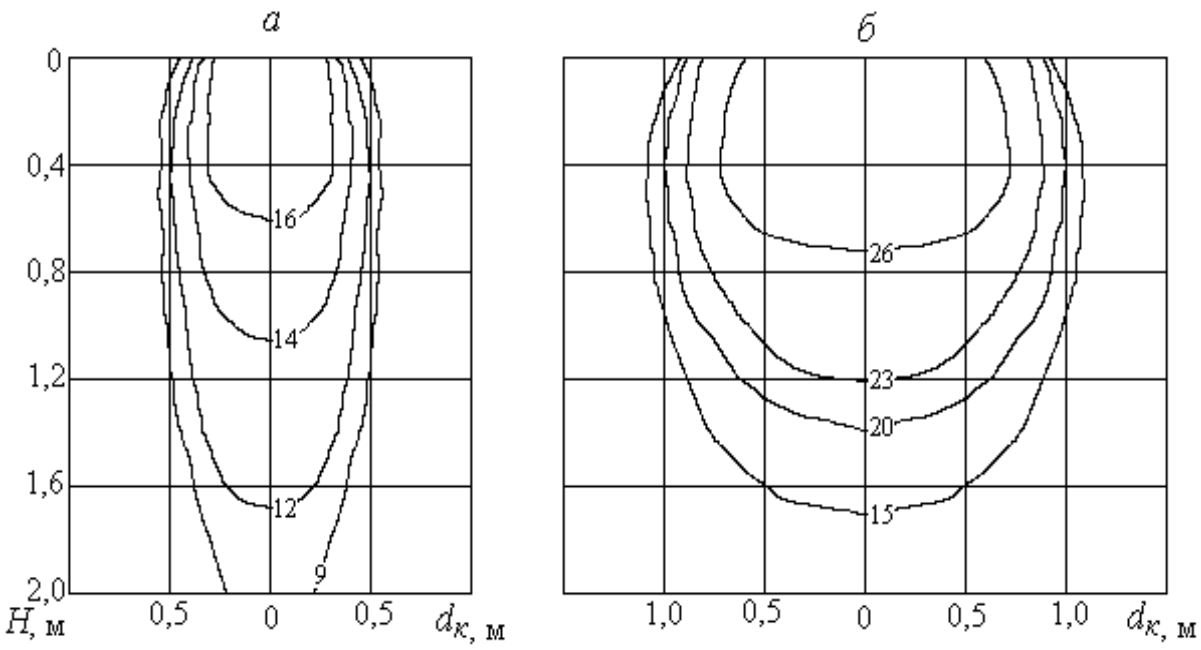


Рис. 4.1. Розподіл вологи в зоні зволоження ґрунту і її контури при витраті крапельниці 10 л/годину: *а* – супіщаний ґрунт; *б* – важкосуглинковий; *Н* – глибина, м; $d_к$ – діаметр зони зволоження (цифри біля кривих – вологість, % від абсолютно сухого ґрунту) [4].

Частка площі живлення рослин, що підлягає зволоженню, залежить від кліматичної зони і виду сільськогосподарських культур, що вирощують при цьому способі поливу. Ця площа для Лісостепу повинна бути в межах 0,20-0,15, північного Степу – 0,30-0,20, південного Степу – 0,50-0,30 [12].

При застосуванні окремих крапельниць - водовипусків (полив саду) частку площі, що підлягає зволоженню, розраховують за формулою

$$S = \frac{n \cdot w_к}{a \cdot b}, \tag{4.1}$$

де n – кількість крапельниць біля однієї рослини; $w_к$ – площа зволоження однією крапельницею, м^2; a – відстань між рослинами в ряду, м; b – відстань між рядами, м.

Знаючи кількість крапельниць на 1 га частку живлення рослин можна зайти за формулою

$$S = \frac{N_к w_к}{10000}, \tag{4.2}$$

де $N_к$ – кількість крапельниць на 1 га:

$$N_к = N_p \cdot n, \tag{4.3}$$

де N_p – кількість рослин на 1 га:

$$N_p = \frac{10000}{a \cdot b}. \tag{4.4}$$

Для однорідних ґрунтів $w_к$ можна прийняти за табл. 4.1 [12].

4.1. Площа зволоження однією крапельницею в залежності від її витрати і типу ґрунту, w, м² [12]

Ґрунти за механічним складом (тип)	**Витрата крапельниці, л/год**				
	2	**4**	**6**	**8**	**10**
Піщані	0,2	0,4	0,6	0,8	1,2
Супіщані	0,6	0,8	1,0	1,4	1,9
Середні суглинки	0,8	1,2	1,6	2,0	2,4
Важкі суглинки	1,0	1,5	2,0	2,4	3,2
Глина	1,2	1,8	2,4	3,2	4,0

Площу живлення однією крапельницею можна знайти через діаметр її зволоження (рис. 4.2.) [4].

При застосуванні поливних стрічок, для зволоження смуги частку площі живлення визначають за формулою

$$S = \frac{w_a}{F}, \tag{4.5}$$

де w_a –площа зволоження поливною стрічкою, м²:

$$w_a = L \cdot l, \tag{4.6}$$

де L – довжина стрічки, м; l – середня ширина смуги зволоження, м; F – загальна площа поливу стрічкою, м²:

$$F = L \cdot b, \tag{4.7}$$

де b – ширина між рядами, м.

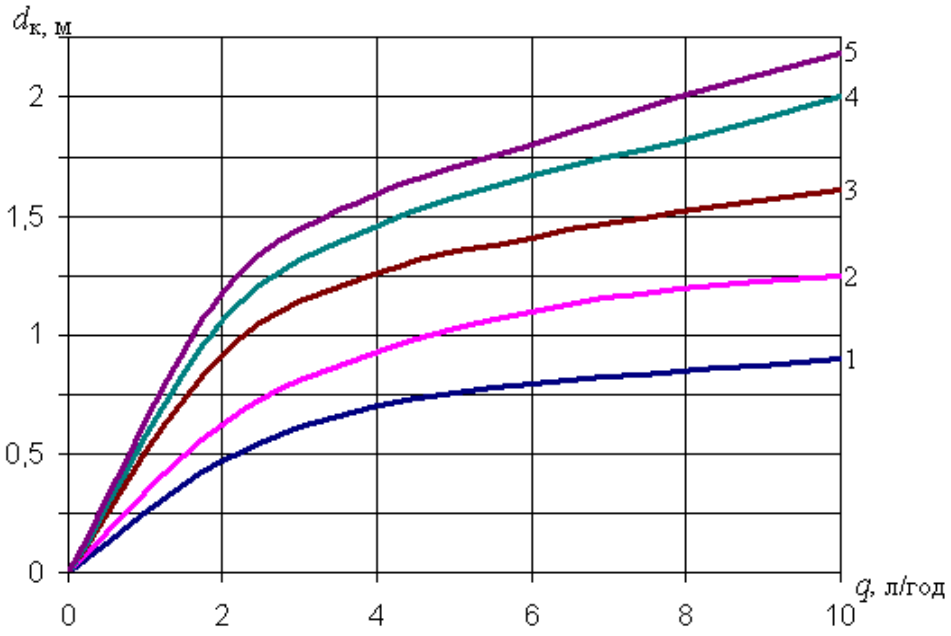


Рис. 4.2. Залежність діаметра зони зволоження $d_к$ від витрати крапельниці q: 1 – піщані; 2 – супіщані; 3 – середні суглинки; 4 – важкі суглинки; 5 – глинисті ґрунти [4].

Ширина смуги зволоження при поливі емітерними лініями є більшою через те, що відбувається взаємний вплив окремих водовипусків. На рис. 4.3. наведена залежність ширини смуги зволоження емітерної стрічки на глибині 30 см від витрати водовипусків, а також залежність діаметра зволоження

окремо розташованої крапельниці - водовипуска від його витрати. Вологість ґрунту перед поливом – біля 75 % від НВ.

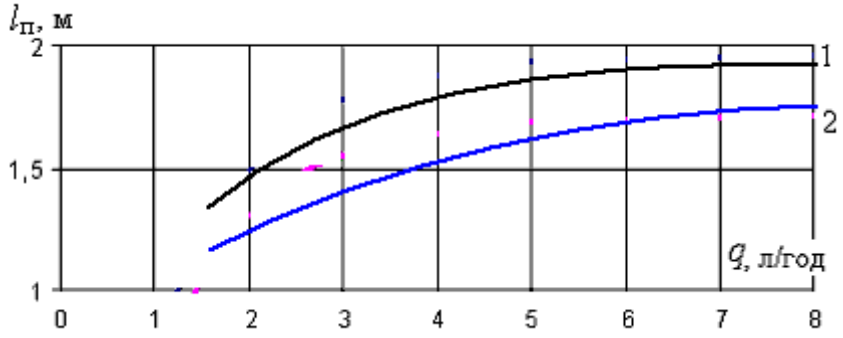


Рис. 4.3. Залежність ширини смуги зволоження (*l*) емітерною лінією (1) і діаметра зони зволоження окремо розташованої крапельниці-водовипуску (2) від витрати водовипуску (*q*) [4].

Для зрошення вибирають крапельниці чи емітерні стрічки, що дозволяють зволожити необхідну частку площі живлення рослин.

Приклад 4.1.

Визначити частку площі яблуневого саду зволожуваного краплинним способом на важкосуглинкових ґрунтах, якщо витрата окремої крапельниці-водовипуска 2 л/годину, а крапельниці розміщені по 2 шт. на одне дерево. Яблуні в саду вирощують за схемою 3×4 м.

Розв'язок

Діаметр контуру зволоження однією крапельницею згідно рис. 4.2 для крапельниці - водовипуска з витратою 2 л/годину на важкосуглинкових ґрунтах складає 1,1 м. Якщо прийняти контур зволоження в плані у вигляді кола, то площа зволоження складатиме $w_к = \frac{\pi \cdot d_к^{\ 2}}{4} = \frac{3{,}14 \cdot 1{,}1^2}{4} = 0{,}95$ м^2, що є близьким до значень наведених в табл. 4.1, де $w_к$=1,0 м^2.

За формулою (4.1) $S = \frac{n \cdot w_к}{a \cdot b} = \frac{2 \cdot 1}{3 \times 4} = 0{,}17$, тобто тільки 17 % всієї території зрошується.

Приклад 4.2.

Визначити частку площі живлення ділянки під томатами, що вирощують на важкосуглинкових ґрунтах, якщо поливають емітерними стрічками T-Tape TSX 508-30-250, а відстань між стрічками становить 1,4 м.

Розв'язок

Розрахунки краще проводити на 100 м поливної стрічки. Емітери розташовані через кожні 30 см, а витрата на 100 м стрічки складає 250 л/годину (п. 2.2.). Тоді витрата одного емітера $q = \frac{250 \cdot 0{,}3}{100} = 0{,}75$ л/годину.

За рис. 4.3 ширина смуги зволоження (l) складає 0,5 м. Зволожувана площа поливною стрічкою складає $w_a = L \cdot l = 100 \cdot 0{,}5 = 50$ м^2.

Загальна площа $F = L \cdot b = 100 \cdot 1{,}4 = 140$ м^2.

Частка площі живлення $S = \dfrac{w_a}{F} = \dfrac{50}{140} = 0{,}36$, або 36 % площі.

Приклад 4.3.

Підібрати оптимальну витрату емітерною стрічкою для поливу томатів в північному Степу України на важких суглинках, якщо відстань між поливними стрічками становить 1,4 м.

Розв'язок

Згідно з Посібником [12] для північного Степу оптимальна частка площі живлення рослин, що зволожують краплинним способом знаходиться в межах від 0,2 до 0,3; середнє значення 0,25.

З формули (4.5) знаходимо площу зволоження w_a в розрахунку на 100 м поливної стрічки $w_a = S \cdot F = 0{,}25 \cdot 100 \cdot 1{,}4 = 35$ м^2.

Ширина зволожуваної смуги повинна бути $l = \dfrac{F}{L} = \dfrac{35}{100} = 0{,}35$ м.

Згідно з рис. 4.3. витрата одного емітера повинна бути 0,45 л/годину. При розташуванні емітерів через кожні 30 см, витрата на 100 м поливної стрічки складе $Q_{100} = 0{,}45 \cdot 100 / 0{,}3 = 150$ л/годину. Найменша марка такого класу T-Tape TSX 506-30-170 (170 л/годину).

4.2. Розрахунок дефіциту водоспоживання

Дефіцит водоспоживання сільськогосподарських культур при краплинному зрошенні розраховують як і за інших способів поливу за формулою

$$D = E_к - \Delta W - P + W_ф \qquad (4.8)$$

де $E_к$ – сумарне випаровування при краплинному зрошуванні, мм; ΔW – запаси продуктивної вологи в ґрунті на початок вегетації, мм; P – атмосферні опади, мм; $W_ф$ – фільтрація за межі кореневмісної системи рослин ($W_ф$=0).

Дефіцит водоспоживання розраховують за певний період часу (найчастіше декаду). Розрахунок розпочинають з визначення початкового запасу вологи. Сума дефіцитів водоспоживання за вегетаційний період відповідає зрошувальній нормі. Для встановлення режиму зрошення певної ймовірності перевищення дефіцит водоспоживання для кожної сільськогосподарської культури розраховують за ряд років (не менше 25-30).

Активний запас вологи (запас продуктивної вологи) визначають як різницю між величиною вологозапасів при найменшій вологоємкості (НВ) та

величиною вологозапасів, що відповідають нижній межі допустимого висушування ґрунту, і визначають за формулою

$$\Delta W = W_{HB} - W_{\min}, \tag{4.9}$$

$$\text{або } \Delta W = 100 \cdot \gamma \cdot h(\beta_{HB} - \beta_{\min}), \tag{4.10}$$

де W_{HB} – запаси вологи в ґрунті при НВ, мм; $W_{\min}$ – запаси вологи при нижній межі допустимого висушування ґрунту; γ – щільність кореневмісного шару ґрунту, г/см^3; h – глибина розрахункового активного шару ґрунту, м; β_{HB} і $\beta_{\min}$ – вологість ґрунту, відповідно, при НВ і нижній межі допустимого висушування, % від маси абсолютно сухого ґрунту.

Вологість ґрунту $\beta_{\min}$ визначають у відсотках від β_{HB} в залежності від сільськогосподарської культури і фази її розвитку. Глибину розрахункового шару ґрунту (h) приймають диференційовано по фазах розвитку рослин за вегетацію у відповідності з глибиною розповсюдження основної маси коренів.

Сумарне випаровування при краплинному зрошенні для зони недостатнього зволоження визначають за формулою

$$E_к = 10 \cdot j \cdot \mu \sum d \cdot k_к, \tag{4.11}$$

де j – коефіцієнт вологообміну приймають за табл. 4.2; μ – мікрокліматична поправка за табл. 4.3; $\sum d$ – сума середньодобових дефіцитів вологості повітря за розрахунковий період, мб; $k_к$ – коефіцієнт, що враховує особливості вибіркового зволоження.

4.2. Коефіцієнт вологообміну *j*

S	0,1	0,2	0,3
j	0,4	0,6	0,8

4.3. Величина мікрокліматичної поправки μ

Площа масиву зрошення, га	1	10	100	1000	10000
Значення *μ*	1	0,95	0,92	0,87	0,83

Коефіцієнт $k_к$, що враховує особливості вибіркового зволоження, розраховують за формулою

$$k_к = k_б - k_i(1 - S) \cdot \sigma + S_n \cdot \Delta k_i \cdot \sigma, \tag{4.12}$$

де $k_б$ – біокліматичний коефіцієнт, що залежить від виду сільськогосподарської культури і фази її розвитку, мм/мб; k_i – коефіцієнт випаровування ґрунтом, визначають за табл. 4.6; S – частка площі живлення рослин; σ – значення коефіцієнта затінення ґрунту, наведені в табл. 4.7; S_n – площа зволоження поверхні ґрунту за табл. 4.8; $\Delta k_i = k_{i_{2-3}} - k_{i_1}$ – різниця величин коефіцієнтів випаровування ґрунтом при двох поливах і кількості дощів.

4.4. Біокліматичні коефіцієнти для виноградників і саду

Сума середньодобових температур від дати переходу через +5 °С	Виноградник	
	південь України	південний берег Криму
0-100	-	0,06
100-200	-	0,16
200-300	-	0,22
300-400	0,25	0,27
400-500	0,28	0,27
1000-1100	0,45	0,33
1100-1200	0,46	0,34
1200-1300	0,47	0,32
1300-1400	0,47	0,31
1400-1500	0,47	0,32
2000-2100	0,39	0,34
2100-2200	0,37	0,36
2200-2300	0,37	0,37
2300-2400	0,34	0,38
2400-2500	0,32	0,39

Біокліматичний коефіцієнт $k_б$ краще визначати за сумою температур від дати посіву, або відновлення вегетації. В табл. 4.4 наведені такі коефіцієнти для виноградників, а в табл. 4.10 наведені коефіцієнти для яблуневого саду півдня України. В табл. 4.5 наведені осереднені значення біокліматичних коефіцієнтів для овочевих культур. Але для приведення їх до конкретних умов вирощування в суми середньодобових температур необхідно вносити поправку b на приведення до 12 годинної тривалості дня в залежності від декади і географічної широти місцевості (табл. 4.11).

4.5. Біокліматичні коефіцієнти для овочевих культур

Сума середньодобових температур від дати сівби (посадки)	Картопля	Огірки, кабачки	Цибуля	Капуста рання	Капуста пізня	Помідори, перець	Морква	Буряки столові
0-100	0,23	0,27	0,26	0,31	0,31	0,28	0,30	0,23
100-200	0,29	0,28	0,26	0,31	0,31	0,32	0,31	0,25
200-300	0,36	0,30	0,27	0,32	0,31	0,38	0,32	0,29
300-400	0,38	0,32	0,28	0,32	0,31	0,42	0,32	0,30
400-500	0,41	0,33	0,29	0,33	0,32	0,46	0,33	0,31
500-600	0,43	0,34	0,30	0,33	0,32	0,52	0,33	0,33
600-700	0,46	0,35	0,30	0,34	0,33	0,56	0,34	0,35
700-800	0,46	0,37	0,31	0,35	0,34	0,56	0,34	0,36
800-900	0,46	0,38	0,31	0,37	0,35	0,56	0,35	0,37
900-1000	0,43	0,40	0,32	0,40	0,36	0,53	0,35	0,38

4.6. Величина коефіцієнта випаровування ґрунтом k_i

Сума середньодобових дефіцитів вологості повітря за декаду, мб, $\sum d$	Кількість дощів			
	0	1	2	3
Менше 65	0,10	0,18	0,27	0,34
65-130	0,09	0,17	0,25	0,32
130-210	0,08	0,15	0,22	0,29
Більше 210	0,07	0,13	0,19	0,25

4.7. Значення коефіцієнта затіненості σ

Вид насаджень	Місяць					
	04	05	06	07	08	09
Молоді сади	1	1	0,96	0,90	0,80	0,85
Дорослі сади	1	1	0,90	0,80	0,70	0,75
Овочі	1	1	0,70	0,40	0,40	-

4.8. Площа зволоженості поверхні ґрунту $S_n = f(S)$

№ п/п	Утримання ґрунту і вид зволоження	Частка від S_n
1	Залужені щільні, поверхневе	1,0
2	Те ж, внутрішньогрунтове	0,5
3	Зоране легке, щебенюваті ґрунти, поверхневе і внутрішньогрунтове	0
4	Зорані важкі грунти, поверхневе	0,5
5	Те ж, внутрішньогрунтове	0

Атмосферні опади в осередку зволоження, м^3/га, визначають за формулою

$$P_к = 10 \cdot S \cdot \varphi \cdot P, \qquad (4.13)$$

де φ – частка атмосферних опадів, що потрапили під покрив рослини, для дерев табл. 4.9, для овочевих культур φ=1; P – атмосферні опади, мм.

4.9. Частка атмосферних опадів, що потрапляють під крону дерева, φ *(зона недостатнього зволоження)*

Відстань від штамба	φ
3,0	0,75
1,5	0,60
1,0	0,40

4.10. Біокліматичні коефіцієнти яблуневого саду (утримання ґрунту Чорний пар)

Квітень			Травень			Червень			Липень			Серпень			Вересень		
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Молодий сад																	
0,19	0,20	0,21	0,23	0,24	0,25	0,25	0,26	0,28	0,29	0,30	0,29	0,27	0,25	0,23	0,21	0,19	0,18
Дорослий сад																	
0,28	0,30	0,32	0,34	0,35	0,36	0,37	0,38	0,38	0,38	0,39	0,39	0,38	0,37	0,35	0,33	0,29	0,27

4.11.Поправочний коефіцієнт для приведення температури повітря до 12-годинної тривалості дня

Географічна широта, °	Квітень			Травень			Червень			Липень			Серпень			Вересень		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
41	1,07	1,10	1,14	1,18	1,20	1,23	1,24	1,26	1,26	1,25	1,24	1,21	1,19	1,15	1,12	1,09	1,05	1,01
43	1,08	1,12	1,15	1,19	1,21	1,24	1,26	1,27	1,28	1,27	1,26	1,23	1,20	1,17	1,13	1,09	1,05	1,01
45	1,08	1,12	1,17	1,20	1,24	1,26	1,29	1,30	1,30	1,29	1,27	1,25	1,22	1,18	1,14	1,10	1,05	1,01
47	1,09	1,13	1,18	1,22	1,25	1,29	1,31	1,32	1,32	1,31	1,29	1,27	1,23	1,20	1,15	1,11	1,06	1,01
49	1,09	1,14	1,19	1,24	1,27	1,31	1,33	1,35	1,35	1,34	1,32	1,31	1,25	1,21	1,16	1,11	1,06	1,02
51	1,10	1,15	1,20	1,26	1,30	1,33	1,36	1,37	1,38	1,37	1,34	1,29	1,27	1,22	1,17	1,12	1,07	1,02
53	1,10	1,16	1,22	1,27	1,32	1,36	1,39	1,41	1,41	1,39	1,37	1,34	1,29	1,24	1,19	1,13	1,08	1,02
55	1,11	1,17	1,24	1,29	1,35	1,38	1,41	1,44	1,45	1,43	1,40	1,35	1,31	1,26	1,20	1,14	1,08	1,02
57	1,12	1,19	1,25	1,32	1,37	1,42	1,46	1,48	1,49	1,47	1,44	1,40	1,35	1,28	1,22	1,15	1,09	1,02
59	1,13	1,21	1,28	1,34	1,41	1,46	1,51	1,53	1,54	1,51	1,49	1,43	1,37	1,31	1,24	1,17	1,09	1,02

Приклад 4.4.

Розрахувати дефіцит водоспоживання для томатів у 2003 році за даними метеостанції Дніпропетровськ за таких вихідних даних: ґрунт – чорнозем звичайний важкосуглинковий; частка площі живлення рослин при зволоженні крапельницями становить 0,25; загальна площа зрошення – 10 га.

Розв'язок

Розрахунок дефіциту водоспоживання по декадах проводять в табл. 4.12.

Метеодані: атмосферні опади за декаду (*P*, мм), кількість дощів за декаду (*N*, шт.), середньодекадну температуру (*t*, °С) і дефіцит вологості повітря (*d*, мб) приймають за даними найближчої метеостанції Дніпропетровськ за 2003 р. За початок вегетації приймають дату переходу температур через +5 °С для багаторічних насаджень, і +10°С для овочів. В 2003 році через +10 °С температура перейшла в першій декаді травня.

Суму середньодобових дефіцитів вологості ($\sum d$) і температури повітря ($\sum t$) визначають $\sum d = 10 \cdot d$ і $\sum t = 10 \cdot t$, де 10 – кількість днів в декаді.

b – поправочний коефіцієнт для приведення температури повітря до 12-годинної тривалості дня (табл. 4.11).

$\sum b \sum t$ – сума середньодобових температур з поправками b наростаючим підсумком.

$k_б$ – біокліматичний коефіцієнт (табл. 4.5), визначають в залежності від $\sum b \sum t$.

k_i – коефіцієнт випаровування ґрунтом, визначають за табл. 4.6 в залежності від кількості дощів і суми середньодобових дефіцитів вологості повітря $\sum d$.

σ – коефіцієнт затінення ґрунту, визначають в залежності від декади і виду рослин за табл. 4.7.

k_{i_2} – коефіцієнт випаровування ґрунтом, приймають при двох поливах або кількості дощів і визначають за табл. 4.6.

Δk_i – різниця, що становить $\Delta k_i = k_{i_2} - k_i$.

4.12. Розрахунок дефіциту водоспоживання томатів за даними метеостанції Дніпропетровськ (2003 р.)

Показник	**Травень**			**Червень**			**Липень**			**Серпень**		
	1	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**
P, мм	2,5	1,2	0,8	3,4	29,2	19,1	50,0	35,3	16,0	6,5	19,4	5,8
N, шт.	0	0	0	1	2	2	3	2	2	1	2	1
d, мб	10,7	13,9	18,2	13,4	11,8	6,6	4,8	6,0	8,6	7,5	9,0	9,9
t, °С	16,9	21,0	22,8	19,3	19,4	17,5	19,8	20,2	21,9	20,9	19,8	20,7
Σd, мб	107	139	182	134	118	66	48	60	86	75	90	99
Σt, °С	169	210	228	193	194	175	198	202	219	209	198	207
b	1,24	1,27	1,31	1,33	1,35	1,35	1,34	1,32	1,31	1,25	1,21	1,16
$b\Sigma t$, °С	210	266	299	257	262	236	265	267	287	261	240	240
$\Sigma b\Sigma t$, °С	210	476	775	1032	1294	1530	1795	2062	2349	2610	2850	3090
$k_б$, мм/мб	0,32	0,46	0,56	0,50	0,43	0,39	0,38	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36
k_i	0,17	0,08	0,08	0,15	0,25	0,25	0,34	0,27	0,25	0,17	0,25	0,17
σ	1	1	1	0,70	0,70	0,70	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
k_{i2}	0,25	0,22	0,22	0,22	0,25	0,25	0,27	0,27	0,25	0,25	0,25	0,25
Δk_i	0,08	0,14	0,14	0,07	0	0	-0,07	0	0	0,08	0	0,08
$k_к$	0,15	0,33	0,43	0,40	0,30	0,26	0,19	0,28	0,28	0,29	0,28	0,29
$E_к$, м^3/га	107	305	520	356	235	114	61	112	160	145	168	191
$P_к$, м^2/га	6	3	2	8	73	48	125	88	40	16	48	14
D, м^3/га	101	302	518	348	162	66	-64	24	120	129	120	177
ΣD, м^3/га	101	403	921	1269	1431	1497	1433	1457	1577	1706	1826	2003

$k_к$ – коефіцієнт, що враховує особливості вибіркового зволоження, і його розраховують за формулою (4.12). S – частка площі, що підлягає зволоженню (згідно завдання) S=0,25. $S_п$ – площа зволоження поверхні ґрунту; для розглянутого випадку коли міжряддя розорані і поливні трубки розташовані на поверхні $S_п$=0,5.

$E_к$ – сумарне випаровування при краплинному зрошенні (м^3/га) визначають за формулою (4.11). j – коефіцієнт вологообміну приймають за табл. 4.2, і для цього прикладу при S=0,25 j=0,7; μ – мікрокліматична поправка (табл. 4.3), для цього випадку при площі зрошення 10 га μ=0,95.

$P_к$ – атмосферні опади в осередку зволоження, м^3/га, що визначають за формулою (4.13); φ – частка атмосферних опадів, що надійшли рослинам, для овочевих культур φ=1 (табл. 4.11).

Дефіцит водоспоживання визначають як різницю $D = E_к - P_к$.

Для знаходження сумарного дефіциту водоспоживання за вегетацію і побудови інтегральної кривої необхідно визначити дефіцит водоспоживання зростаючим підсумком $\sum D$. Зрошувальна норма також дорівнює $\sum D$. Отже зрошувальна норма томатів становить за вегетацію 2003 м^3/га (табл.4.12).

4.3. Вибір року заданої забезпеченості

Зрошувальна здатність вододжерела, розрахункові параметри мережі і споруд повинні визначатись у відповідності із забезпеченням водою системи краплинного зрошення у рік 85 %- ої забезпеченості. Тільки в районах з обмеженими водними ресурсами допускається розрахунок на 75 %- ну забезпеченість [12].

Порядок вибору року заданої забезпеченості розглянемо на прикладі.

Приклад 4.5.

Вибрати рік 85 %-ї забезпеченості для томатів за даними метеостанції Дніпропетровськ.

Розв'язок

Вихідними даними для визначення зрошувальної норми заданої забезпеченості (наприклад $P_з$ = 85%, є багаторічний (не менше ніж за 25 років) хронологічний ряд норм M_j, розрахованих за метеорологічними даними минулих років за методикою, наведеною в п. 4.2. [22]. Такий ряд представлений в першій та другій колонках табл. 4.13.

4.13. Обґрунтування вибору зрошувальної норми томатів, що відповідає заданій забезпеченості $P_з$=85 % (дані метеостанції Дніпропетровськ за 1964-2003 рр.)

Рік	M_j, м^3/га	Ранжирований ряд		Номер в ряду	Забезпеченість, *p*, %
		M_j, м^3/га	рік		
1	2	3	4	5	6
1964	1727	748	1976	1	2,4
1965	1751	821	1977	2	4,9
1966	1999	857	1997	3	7,3
1967	2105	882	1978	4	9,8
1968	2673	975	1980	5	12,2
1969	1763	1174	1988	6	14,6
1970	1808	1190	1973	7	17,1
1671	2072	1284	1993	8	19,5
1672	2698	1288	1987	9	22,0
1973	1190	1292	1974	10	24,4
1974	1292	1292	1990	11	26,8
1975	2576	1479	1985	12	29,3
1976	748	1487	2000	13	31,7
1977	821	1544	1982	14	34,1
1978	882	1629	1991	15	36,6
1979	2434	1633	1992	16	39,0
1980	975	1727	1964	17	41,5
1981	1845	1751	1965	18	43,9
1982	1544	1763	1969	19	46,3
1983	2068	1767	1989	20	48,8
1984	1780	1776	1999	21	51,2
1985	1479	1780	1984	22	53,7
1986	2373	1808	1970	23	56,1
1987	1288	1816	1995	24	58,5
1988	1174	1816	2001	25	61,0
1989	1767	1845	1981	26	63,4
1990	1294	1885	2002	27	65,9
1991	1629	1914	1996	28	68,3
1992	1633	1914	1998	29	70,7
1993	1284	1999	1966	30	73,2
1994	2027	2003	2003	31	75,6
1995	1816	2027	1994	32	78,0
1996	1914	2068	1983	33	80,5
1997	857	2072	1971	34	82,9
1998	1914	2105	1967	35	85,4
1999	1776	2373	1986	36	87,8
2000	1487	2434	1979	37	90,2
2001	1816	2576	1975	38	92,7
2002	1885	2673	1968	39	95,1
2003	2003	2698	1972	40	97,6

Значення норм розміщують в порядку збільшення (див. колонки 3 та 4 в табл. 4.13). Потім визначають забезпеченість кожного рангу (рядка) за формулою:

$$p = \frac{n}{N+1} \cdot 100,\%, \qquad (4.14)$$

де n - порядковий номер рядка, починаючи з мінімальних значень M_j;

N – кількість всіх років ряду.

Необхідною для розрахунку є норма в рядку, розрахункова забезпеченість якої близька до заданої величини. В прикладі заданій забезпеченості $P_з$ = 85% відповідає зрошувальна норма в 35-му рядку ряду з забезпеченістю p=85,4 % , що становить M_j = 2105 м^3/га.

За даними табл. 4.14 будують графік залежності зрошувальної норми від забезпеченості (рис. 4.4).

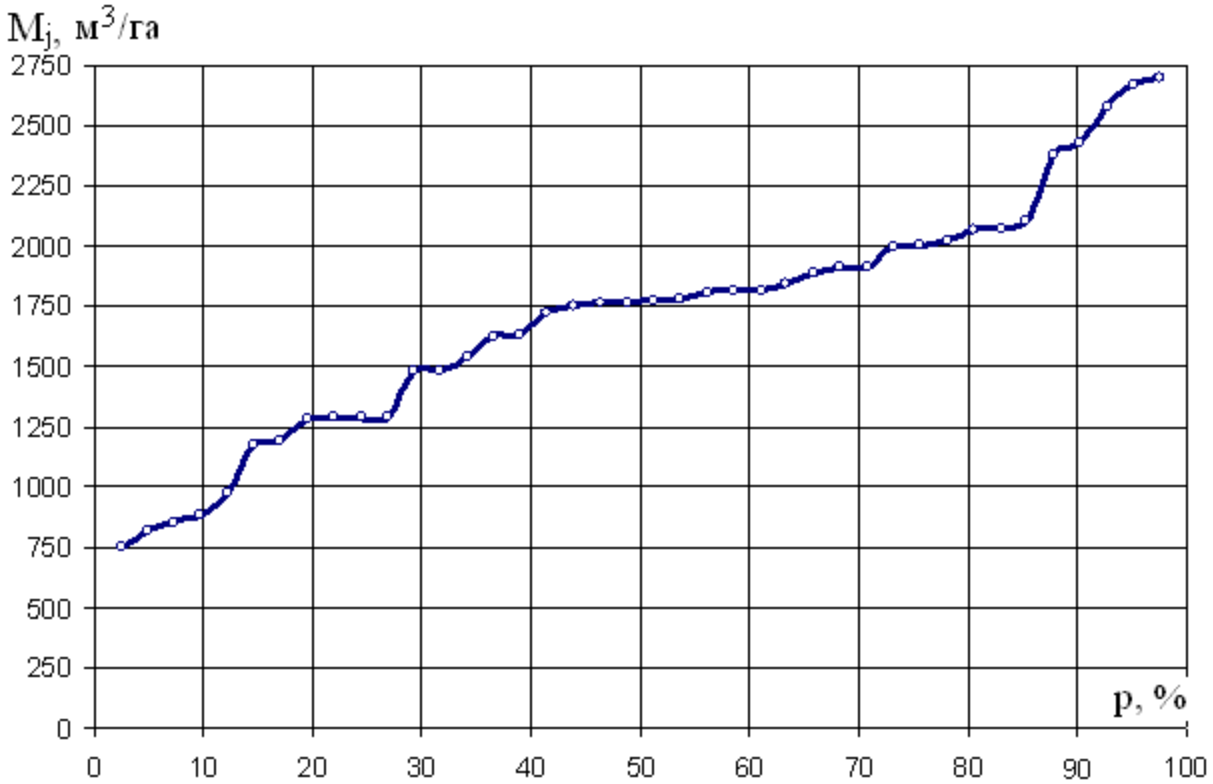


Рис. 4.4. Графік залежності M_j від забезпеченості року p %

Наведений в табл. 4.14 40-річний ряд років можна умовно розділити за характеристиками природного зволоження на п’ять частин: з 1-го рядка по 8-й – дуже вологі роки; з 9-го по 16-й – середньо - вологі; з 17-го по 24-й – середні; з 24-го по 32-й – середньо - сухі та з 33-го по 40-й – дуже посушливі.

Для встановлення строків поливів в розрахунковому році необхідно отримати середньо - декадні значення дефіцитів водоспоживання в цьому році. Для цього будують графіки залежності дефіцитів водоспоживання від забезпеченості року за кожну декаду вегетації (рис. 4.5).

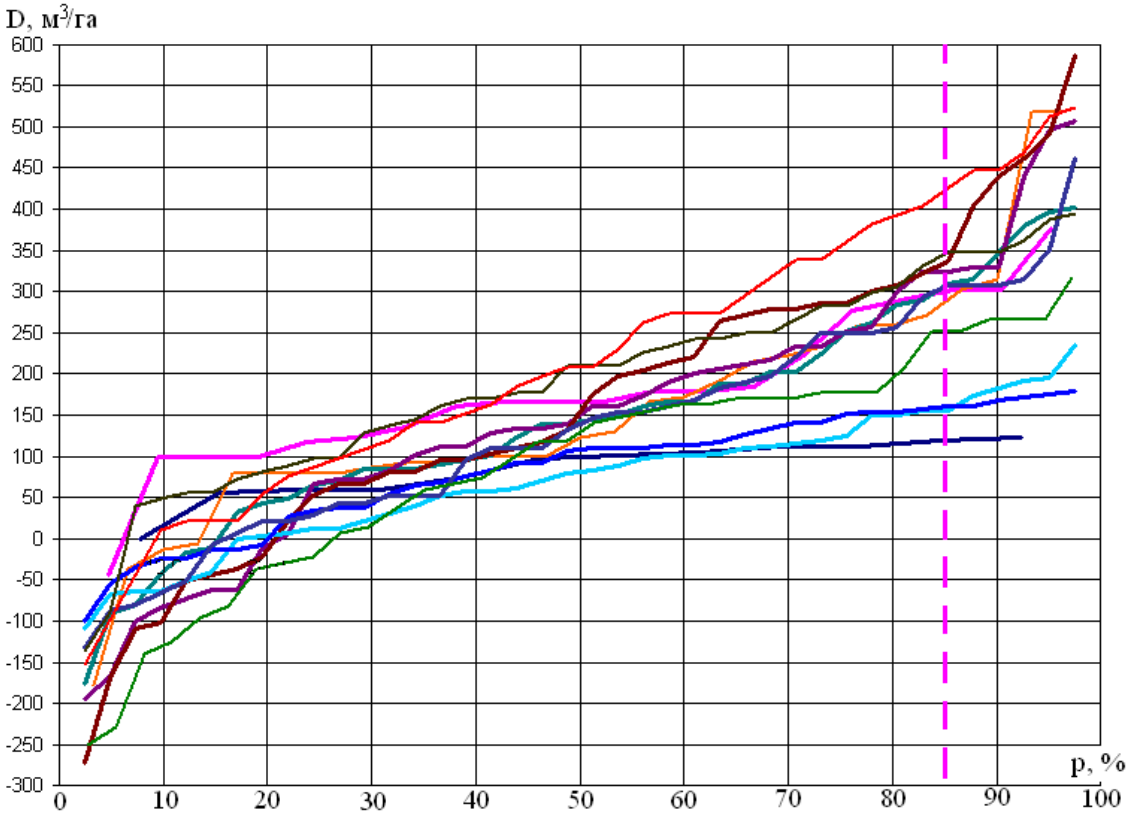


Рис. 4.5. Графік залежності декадних дефіцитів водоспоживання від забезпеченості року.

Згідно рис. 4.5. визначені декадні дефіцити водоспоживання для року 85%-ї забезпеченості (табл. 4.14)

4.14. Розподіл дефіцитів водоспоживання по декадах вегетації помідорів в рік 85 %-ї забезпеченості

Місяць	**Декада**	**Дефіцит водоспоживання, м^3/га**	
		по графіку	**уточнений**
Травень	1	120	78
	2	302	196
	3	302	196
Червень	1	310	201
	2	323	210
	3	337	219
Липень	1	156	101
	2	161	105
	3	308	200
Серпень	1	347	225
	2	325	211
	3	251	163
Разом		3242	2105

Аналіз отриманих даних із рис. 4.4 показав, що сума дефіцитів за вегетацію значно більше від отриманого значення із рис. 4.5. Це пов’язано з особливостями розрахунків, але такого не може бути, тому щоб вирівняти ре-

зультати розрахунків отримані дані по декадних дефіцитах водоспоживання необхідно помножити на коефіцієнт пропорціональності $k = \frac{2105}{3242} = 0{,}65$.

Отже, дефіцити водоспоживання в рік 85 %-ї забезпеченості розподіляють так, як показано на рис. 4.6.

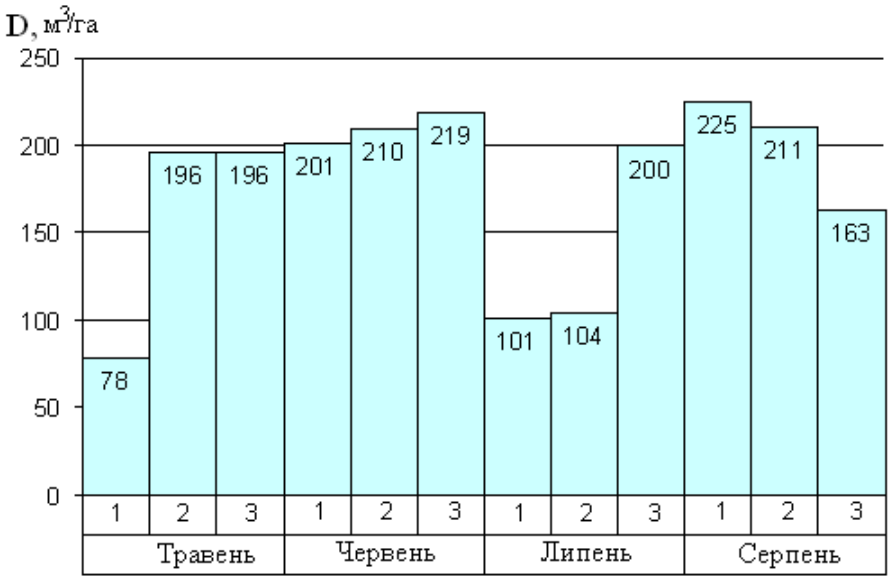


Рис. 4.6. Розподіл дефіцитів водоспоживання томатами в рік 85 %-ї забезпеченості при краплинному зрошенні (за даними метеостанції Дніпропетровськ).

4.4. Розрахунок поливної норми

Поливну норму при краплинному зрошенні, м^3/га, визначають за формулою

$$m = 100 \cdot \gamma \cdot h \cdot S \cdot \left(\beta_{HB} - \beta_{\min}\right), \qquad (4.15)$$

де позначення ті ж, що і для формули (4.10), а S – відношення зволоженої площі до площі живлення, в частках від одиниці.

$$\beta_{\min} = \lambda \cdot \beta_{HB}, \qquad (4.16)$$

де λ – коефіцієнт передполивної вологості ґрунту, що відповідає нижній межі оптимального зволоження, в частках від одиниці.

Приклад 4.6.

Розрахувати поливну норму для томатів, при краплинному зрошенні, якщо глибина кореневмісного шару ґрунту 0,7 м, щільність ґрунту 1,25 г/см^3, вологість при НВ 29,5%, коефіцієнт передполивної вологості 80% від НВ, частка площі живлення рослин 0,25.

Розв'язок

Розрахунок ведемо за формулами (4.15) і (4.16)

$\beta_{\min} = 0{,}8 \cdot 29{,}5 = 23{,}6$ %,

$m = 100 \cdot 1{,}25 \cdot 0{,}7 \cdot 0{,}25 \cdot \left(29{,}5 - 23{,}6\right) = 129$ м^3/га.

4.5. Встановлення строків поливу

В технологію краплинного зрошення включають режим зрошення у відповідності з водоспоживанням сільськогосподарської культури і техніки поливу. Режим водоподачі залежить від поливної норми, строків проведення поливів і їх тривалості, зони зволоження, витрати і кількості крапельниць, схеми їх розташування і водно – фізичних властивостей ґрунту.

Для визначення строків поливу і міжполивного періоду будують графік інтегральної кривої дефіциту водоспоживання. При цьому по осі ординат відкладають значення декадних дефіцитів водоспоживання зростаючим підсумком, а по осі абсцис – тривалість вегетаційного періоду сільськогосподарських культури подекадно. Приклад такої кривої показаний на рис. 4.7.

Для встановлення дати першого поливу за формулою

$$\Delta W = 100 \cdot \gamma \cdot h\left(\beta_{ф} - \beta_{\min}\right) \qquad (4.17)$$

розраховують запас продуктивної вологи на початок вегетації. В цій формулі $\beta_{ф}$ – фактична вологість на початок вегетації. При відсутності даних про фактичну вологість можна прийняти для багаторічних насаджень $\beta_{ф} = \beta_{НВ}$, для овочів $\beta_{ф} = 0{,}9\beta_{НВ}$.

На осі ординат відкладають значення запасу продуктивної вологи на початок вегетації ΔW, і проводять горизонтальну лінію. Точка перетину інтегральної кривої з лінією ΔW, що відповідає прийнятому рівню передполивної вологості, є датою проведення першого поливу. Для встановлення наступних поливів і тривалості міжполивного періоду із точки, що відповідає початку першого поливу необхідно провести перпендикуляр, відклавши на ньому величину розрахункової поливної норми, що визначається за формулою (4.15). Вона залежить від сільськогосподарської культури, фази її розвитку та водно-фізичних властивостей ґрунту; із отриманої точки проводять горизонтальну лінію до перетину з інтегральною кривою дефіциту водоспоживання. Отримана точка є початком наступного поливу.

В такому ж порядку здійснюють графічну побудову для наступних поливів. Проекції точок перетину на осі абсцис покажуть дати всіх поливів.

З графіка знімають мінімальну величину міжполивного періоду, що відповідає найбільш напруженій за метеоумовами ділянці інтегральної кривої.

Приклад 4.7.

Розрахувати строки поливу томатів за інтегральною кривою дефіцитів водоспоживання (подекадні дефіцити наведені в табл. 4.14). Поливна норма складає 129 м^3/га. Глибина кореневмісного шару ґрунту 0,7 м; щільність розрахункового шару ґрунту 1,25 г/см^3, вологість при НВ 29,5 %, коефіцієнт передполивної вологості 0,8 від НВ.

Розв'язок

Для побудови інтегральної кривої необхідно підрахувати дефіцит водоспоживання зростаючим підсумком (табл. 4.15).

За даними табл. 4.15 будуємо графік інтегральної кривої дефіцитів водоспоживання (рис. 4.7.).

4.15. Розрахунок інтегральної кривої дефіцитів водоспоживання

Місяць	Декада	Дефіцит водоспоживання, м^3/га	
		подекадний	зростаючим підсумком
Травень	1	78	78
	2	196	274
	3	196	470
Червень	1	201	671
	2	210	881
	3	219	1100
Липень	1	101	1201
	2	105	1306
	3	200	1506
Серпень	1	225	1731
	2	211	1942
	3	163	2105

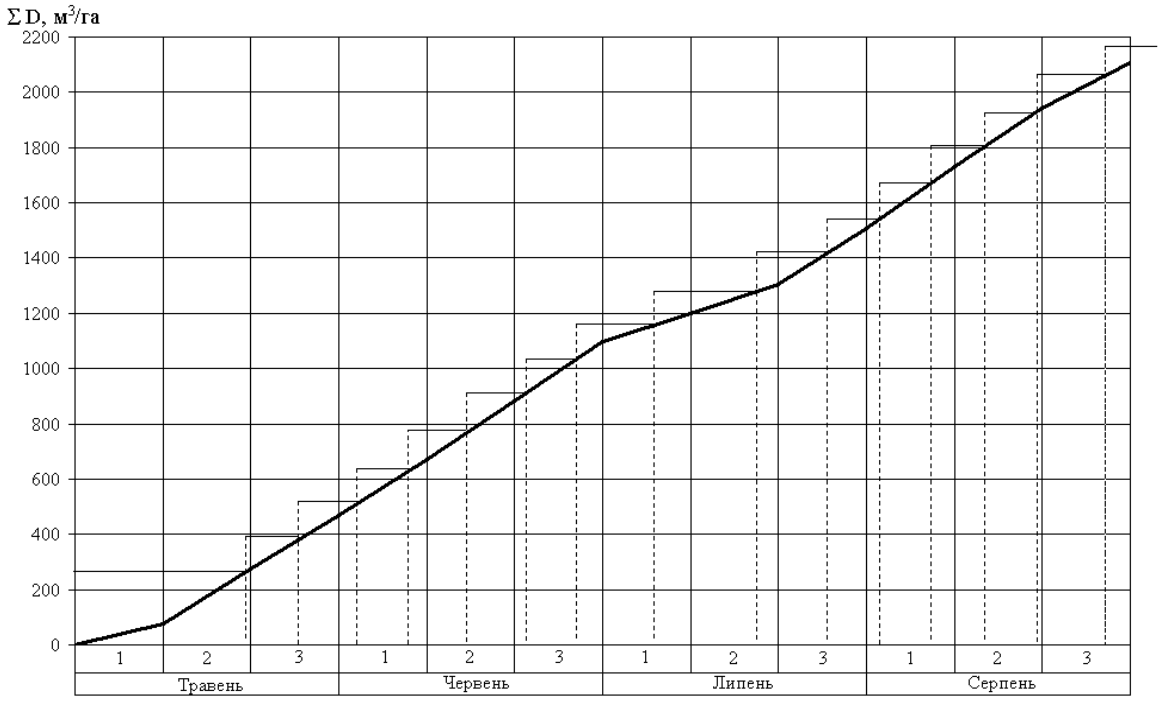


Рис. 4.7. Інтегральна крива дефіциту водоспоживання з встановленням строків поливу томатів (МС Дніпропетровськ, *p*=85 %).

Запас продуктивної вологи на початок вегетації розраховуємо за формулою (4.17) $\Delta W = 100 \cdot 1{,}25 \cdot 0{,}7(0{,}9 \cdot 29{,}5 - 0{,}8 \cdot 29{,}5) = 258$ м^3/га. Відклавши це значення і провівши горизонтальну лінію в точці перетину її з інтегральною кривою встановлюємо дату першого поливу – це 20.05. З точки перетину підіймають вертикальну лінію на висоту $m = 129$ м^{3}га і проводять з неї горизонтальну лінію. Точка перетину дасть дату другого поливу – 26.05.

Таким чином встановлюють всі інші поливи. Результати визначень зведені в табл. 4.16.

4.16. Строки і норми поливу помідор в рік 85 %-ї забезпеченості (МС Дніпропетровськ)

№ поливу	Дата поливу	Поливна норма, $м^3$/га
1	20.05	129
2	26.05	129
3	2.06	129
4	8.06	129
5	15.06	129
6	22.06	129
7	27.06	129
8	6.07	129
9	18.07	129
10	26.07	129
11	2.08	129
12	8.08	129
13	14.08	129
14	20.08	129
15	28.08	129

Зрошувальна норма 1935 $м^3$/га

При необхідності проведення вологозарядкового поливу величину його визначають за формулою (4.15), (4.16) при λ=0,6.

Мінімальний міжполивний період встановлюють як мінімальну різницю між суміжними датами. Для даного випадку мінімальний період між шостим і сьомим поливами (22.06 і 27.06) і складає 5 днів.

4.6. Побудова графіка поливів

Графік поливів будують для встановлення послідовності проведення поливів на декількох зрошуваних ділянках. Він ефективний тоді коли на цих ділянках проводять поливи декількох сільськогосподарських культур.

Тривалість поливу розраховують за формулою

$$t = \frac{1000 \cdot m}{\eta \cdot q_0 \cdot N_к}, \qquad (4.18)$$

де η – коефіцієнт використання води; q_0 – витрата крапельниці, л/годину; $N_к$ – кількість крапельниць на 1 га.

При використанні окремих крапельниць (наприклад, полив саду) кількість крапельниць на 1 га $N_к$ визначають за формулами (4.3), (4.4). При застосуванні поливних стрічок, коли створюється суцільна смуга зволоження кількість крапельниць $N_к$ розраховують за формулою.

$$N_к = \frac{10000}{a \cdot b}, \qquad (4.19)$$

де a – відстань між поливними трубками, м; b – відстань між мікроводовипусками (емітерами) в поливній стрічці, м.

Тривалість поливу однієї зрошуваної ділянки, як правило, складає декілька годин. Отже в один день можна полити декілька ділянок послідовно. В зв'язку з цим графік поливів будують не по днях, як при інших способах поливу, а погодинно. Як приклад, на рис. 4.8. показаний такий графік поливу овочевої сівозміни за червень.

Приклад 4.8.

Побудувати графік поливів овочевої сівозміни, якщо задані строки і норми поливу окремих культур (табл. 4.17). Структура сівозміни така: томати займають 4 ділянки; перець – 1; капуста рання – 1 і цибуля – 2. Для поливу застосовують поливну стрічку Aqua TraXX ERA5XX1234 з витратою одного емітера 0,86 л/годину (відстань між емітерами 30 см). Відстань між поливними трубками для томатів 1,2 м; перцю і капусти – 0,9; цибулі – 0,7.

Розв'язок

Для побудови графіка поливів складають відомість поливів (табл. 4.17).

Кількість крапельниць на 1 га розраховують за формулою (4.19) і для томатів вона складає $N_к = \frac{10000}{1{,}2 \cdot 0{,}3} = 27777$ шт.

Тривалість поливу визначають за формулою (4.18) і для томатів вона складає $t = \frac{1000 \cdot 129}{0{,}9 \cdot 0{,}86 \cdot 27777} = 6$ год.

Дату поливу призначають із інтегральних кривих дефіцитів водоспоживання. Для томатів вони визначені за рис. 4.7.

Поливну витрату визначають виходячи із витрати одного емітера і їх кількості. Тоді для томатів $Q = \frac{q_0 \cdot N_к \cdot F}{3600} = \frac{0{,}86 \cdot 2777 \cdot 0{,}38}{3600} = 9{,}16$ л/с.

За даними відомості (табл. 4.17) будують графік поливів і уточнюють час поливу так, щоб поливи не співпадали і максимальна витрата була б найменшою (рис. 4.8).

Графік поливу побудований таким чином, щоб одночасно проводився полив тільки на одній зрошувальній ділянці. Цього можна досягти зміщенням дат і часу поливу на невеликий період (до 1 доби). Так як тривалість поливу на зрошуваних ділянках досить велика, то за один день можна полити максимум 3 ділянки. Так як томати займають 4 ділянки, то при плануванні поливів три поливають в призначений день, а ще одну – на день пізніше, або раніше.

З графіка важко визначити конкретний час поливу, тому для зручності складають додаткову відомість, де чітко проставляють дату і час поливу (табл. 4.18).

4.17. Відомість графіка поливів овочевої сівозміни

№ ділянки	Сільськогосподарська культура	Зрошувана площа, га	Кількість крапельниць на 1 га	Частка площі живлення	Зрошувальна норма, $м^3$/га	№ поливу	Поливна норма, $м^3$/га	Тривалість поливу, годин	Дата полиу	Поливна витрата, л/с
1-4	Томати	1,38	27777	0,25	1935	1	129	6,0	20.05	9,16
						2	129	6,0	26.05	
						3	129	6,0	2.06	
						4	129	6,0	8.06	
						5	129	6,0	15.06	
						6	129	6,0	22.06	
						7	129	6,0	27.06	
						8	129	6,0	6.07	
						9	129	6,0	18.07.	
						10	129	6,0	26.07	
						11	129	6,0	2.08	
						12	129	6,0	8.08	
						13	129	6,0	14.08	
						14	129	6,0	20.08	
						15	129	6,0	28.08	
5	Перець	1,35	37037	0,33	1143	1	127	4,3	20.05	11,9
						2	127	4,3	2.06	
						3	127	4,3	9.06	
						4	127	4,3	12.06	
						5	127	4,3	23.06	
						6	127	4,3	18.07	
						7	127	4,3	28.07	
						8	127	4,3	5.08	
						9	127	4,3	14.08	
6	Капуста рання	1,44	37037	0,33	762	1	127	4,3	30.04	12,7
						2	127	4,3	3.05	
						3	127	4,3	25.05	
						4	127	4,3	5.06	
						5	127	4,3	15.06	
						6	127	4,3	25.06	
7, 8	Цибуля	1,35	47619	0,46	1190	1	170	4,6	18.05	15,4
						2	170	4,6	8.06	
						3	170	4,6	12.06	
						4	170	4,6	22.06	
						5	170	4,6	1.07	
						6	170	4,6	7.08	
						7	170	4,6	11.08	
	Разом	11,01								

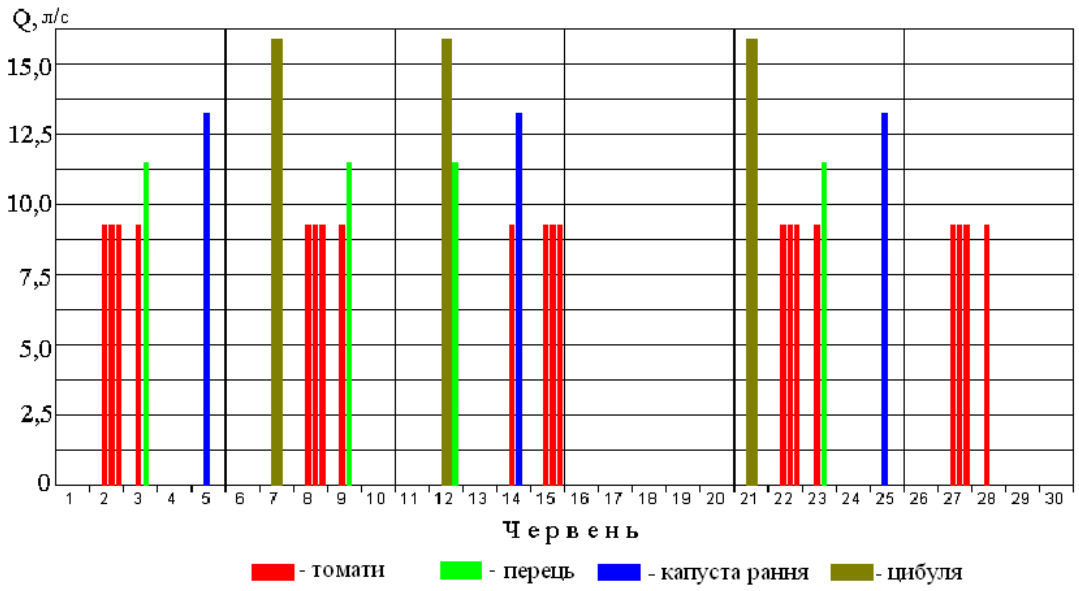


Рис. 4.8. Графік поливів овочевої сівозміни в червні
(р=85 %, МС Дніпропетровськ)

4.18.Строки поливів (червень)

Сільськогосподарська культура	№ ділянки	№ поливу	Дата поливу	Час		Тривалість, години
				початок	кінець	
Томати	1	3	2.06	7:00	13:00	6
	2	3	2.06	13:00	19:00	6
	3	3	2.06	19:00	01:00	6
	4	3	3.06	7:00	13:00	6
	1	4	8.06	7:00	13:00	6
	2	4	8.06	13:00	19:00	6
	3	4	8.06	19:00	01:00	6
	4	4	9.06	7:00	13:00	6
	1	5	14.06	7:00	13:00	6
	2	5	15.06	7:00	13:00	6
	3	5	15.06	13:00	19:00	6
	4	5	15.06	19:00	01:00	6
	1	6	22.06	7:00	13:00	6
	2	6	22.06	13:00	19:00	6
	3	6	22.06	19:00	01:00	6
	4	6	23.06	7:00	13:00	6
	1	7	27.06	7:00	13:00	6
	2	7	27.06	13:00	19:00	6
	3	7	27.06	19:00	01:00	6
	4	7	28.06	7:00	13:00	6
Перець	5	2	3.06	13:00	17:20	4,3
	5	3	9.09	13:00	17:20	4,3
	5	4	12.06	17:20	21:40	4,3
	5	5	23.06	13:00	17:20	4,3
Капуста рання	6	4	5.06	8:00	12:20	4,3
	6	5	14.06	13:00	17:20	4,3
	6	6	25.06	8:00	12:20	4,3
Цибуля	7	2	7.06	8:00	12:40	4,6
	8	2	7.06	12:40	17:20	4,6
	7	3	12.06	8:00	12:40	4,6
	8	3	12.06	12:40	17:20	4,6
	7	4	21.06	8:00	12:40	4,6
	8	4	21.06	12:00	17:20	4,6

Якщо полив планують тільки на одній ділянці, то максимальна витрата на систему дорівнює ділянковій витраті з найбільшим значенням. Так для розглянутого прикладу максимальна витрата складає 15,4 л/с. При цьому максимальний гідромодуль складе $q_{\max} = \frac{Q_{\max}}{F} = \frac{15,4}{11,01} = 1,40$ л/(с·га).

Отриманий гідромодуль значно більше нормативного, тому для його зменшення необхідно збільшити кількість зрошуваних ділянок зменшивши їх площу.

Середньовиважена зрошувальна норма за поливний сезон дорівнює середньовиваженій нормі за вегетаційний період, плюс норму вологозарядкових поливів. Так як, вологозарядкові поливи в даному прикладі не планувались, то середньовиважена норма складає

$$M_{сер.зв} = \frac{1935 \cdot 1,38 \cdot 4 + 1143 \cdot 1,35 + 762 \cdot 1,44 + 1190 \cdot 1,35 \cdot 2}{11,01} = 1502 \text{ м}^3/\text{га}.$$

Контрольні запитання:

1. *Яка особливість розрахунків режимів зрошення є в системах краплинного зрошення?*
2. *Що значить термін „частка площі живлення рослин”?*
3. *Від чого залежить частка площі живлення рослин і як її розрахувати?*
4. *Як визначити кількість крапельниць на 1 га?*
5. *Що таке дефіцит водоспоживання і як його визначити?*
6. *Що таке біокліматичний коефіцієнт і від чого він залежить?*
7. *Яка особливість встановлення біокліматичного коефіцієнту для систем краплинного зрошення?*
8. *Для чого вводять поправочний коефіцієнт при приведенні температури повітря до 12-годинної тривалості дня?*
9. *Для чого вводять коефіцієнт вологообміну?*
10. *Що таке мікрокліматична поправка?*
11. *Для чого підбирають рік заданої забезпеченості?*
12. *На яку забезпеченість розраховують режим зрошення систем краплинного зрошення?*
13. *Що таке поливна норма і як її розраховують?*
14. *Що таке інтегральна крива дефіциту водоспоживання і для чого її застосовують?*
15. *Для чого будують графік поливів при проектуванні зрошувальних систем?*
16. *Як розраховують тривалість поливу?*
17. *Як визначають середньовиважену зрошувальну норму?*

РОЗДІЛ 5. ОСОБЛИВОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ СИСТЕМ КРАПЛИННОГО ЗРОШЕННЯ

Досягнення високої ефективності застосування краплинного зрошення для поливу сільськогосподарських культур можливе лише за правильної їхньої експлуатації. Якщо не планувати профілактичних заходів, то це призведе до неправильної експлуатації системи, затрати не окупляться, так як прибуток буде низьким. Вирощування овочів при краплинному зрошенні передбачає застосування передових технологій, тому отримання високих врожаїв можливе тільки при обов'язковому виконанні всіх агротехнічних заходів захисту рослин, внесення добрив, догляду за рослинами. Система краплинного зрошення не захищена від неправильного обробітку ґрунту і догляду за рослинами, тому всі роботи необхідно виконувати своєчасно і якісно.

Важливо максимально продовжити термін роботи краплинного обладнання. Правильна експлуатація протягом сезону, своєчасне проведення профілактичних і ремонтних робіт дозволяють суттєво продовжити термін роботи системи.

5.1. Підготовка зрошувальної мережі до зимового зберігання

При експлуатації системи краплинного зрошення необхідно правильно готувати їх до зберігання в зимовий період.

При використанні однорічної краплинної трубки, її демонтують і прибирають з поля з подальшою утилізацією. Попередньо необхідно видалити ремонтну фурнітуру, що застосовувалась протягом сезону для поточного ремонту, з метою подальшого використання. Важливим екологічним фактором є зачистка поля від залишків краплинної трубки та інших полімерних відходів. Пластик в ґрунті не розкладається, тому у багатьох випадках поля, де застосовувалось краплинне зрошення, засмічені залишками цієї системи. Для нормальної експлуатації таких ґрунтів в майбутньому, дуже важливо очищати поля від будь-якого пластика.

Якщо використовують багаторічну трубку, то її необхідно промити щоб видалити всі мікро- і макрочастинки, що накопичилися за період експлуатації. Після промивки, краплинну трубку змотують в бухти і відправляють на збереження. При змотуванні необхідно злити із трубки воду. Зберігати трубку необхідно в приміщенні, або в герметичних ємностях, для запобігання проникнення гризунів, що пошкоджують систему. При збереженні в приміщеннях можна застосовувати препарати „Фостоксин" або „Магтоксин" для газації. Застосовують 1-3 таблетки на 1 $м^3$ приміщення. При цьому важливо, щоб приміщення при газації було повністю герметичним, і в ньому не знахо-

дились люди. Для боротьби з гризунами застосовують також препарат „Шторм”, розкладаючи в приміщенні брикети, на відстані 1-2 м один від одного. Найбільш ефективним є збереження полімерних деталей в герметичних металевих ємностях. Для повного знищення всіх шкідників можна застосовувати газацію таких ємностей вихлопними газами.

Наступним етапом з підготовки до збереження є демонтаж пластмасових ділянкових трубопроводів. З’єднання на цих трубопроводах з поливною трубкою (штуцери) краще не знімати, так як при цьому можна пошкодити з’єднувальні гнізда. Перед демонтажем необхідно провести промивку чистою водою, для видалення всіх механічних частинок. Після цього гнучкий шланг акуратно змотують, при цьому не допускають перегинів і деформацій. Здійснюють вимірювання довжини кожного рукава, навішування метражу і схеми посадки, на якій він застосовувався. Зберігати гнучкий шланг краще з краплинною трубкою.

Засувки і крани необхідно очистити від бруду промивши водою. Всі частини, що зазнають корозії змащують технічними мастилами. При збереженні необхідно не допускати попадання на них вологи.

Гравійно-піщані фільтри звільняють від гравію вимивши чистою водою. Перед установкою на збереження їх необхідно висушити. Всі засувки на фільтростанції змащують технічними мастилами і герметизують. Фільтруючий гравій необхідно промити в проточній воді на решетах і здійснити знезараження розчином технічних кислот для знищення синьо-зелених водоростей і бактерій. Концентрація робочого розчину складає 0,6 % діючої речовини.

Дискові і сітчасті фільтри необхідно ретельно промити в чистій воді. Якщо на них є сольові відкладення, здійснюють промивку в такому ж розчині технічних кислот. Після цього всі частини знову промивають в чистій воді, і висушують. Зберігати їх краще в зібраному вигляді.

Дуже важливим моментом є видалення води із всіх елементів краплинного зрошення. При попаданні води можливе розморожування і пошкодження частин зрошення при низьких температурах.

Здійснюють спорожнення мережі від води через колодязі. Ці колодязі очищають від сміття і води, щільно закривають чавунними кришками.

Вологоміри виймають із ґрунту на зимове збереження.

Контрольно-вимірювальні прилади на зимовий період знімають очищаючи від бруду і здають на збереження в закрите приміщення. Складають при цьому дефектну відомість.

Від ретельності підготовки всієї системи краплинного зрошення до правильного збереження в зимовий період залежить довговічність роботи системи в цілому.

5.2. Перевірка справності і підготовка зрошувальної мережі до поливного сезону

До початку поливів зрошувальна мережа повинна бути відремонтована, перевірена герметичність її частин, справність водомірних пристроїв і запірної арматури у відповідності з дефектною відомістю, складеною при здачі мережі на консервацію.

Шляхом візуального огляду перевіряють роботу зрошувальної мережі. Гідротехнік веде журнал огляду внутрішньогосподарської мережі, де вказує час проведення огляду, промивки та ремонту мережі. Перед пуском системи в роботу обслуговуючий персонал, виправляє всі несправності, готує систему до початку поливів.

При застосуванні поливних стрічок (однорічних чи багаторічних) необхідно перед кожним поливним періодом здійснювати їх монтаж. Монтаж необхідно здійснювати з дотриманням таких правил:

1. Бобіни з поливними стрічками ретельно захищають від зовнішньої дії різних чинників до використання. Захисна упаковка не повинна зніматись до тих пір, поки все не буде підготовлено для установки. Гофрокартонні диски фіксують з кожного боку металевим або дерев'яним диском. Рекомендується, щоб бобіна фіксувалась на осі за допомогою втулки, що вставляється в кінцеву заглушку бобіни.
2. Поливну стрічку установлюють водовипусками вверх. Це призводить до мінімуму осідання завислих частинок на вхідні отвори, що потенційно може викликати блокування стрічки.
3. Поливні стрічки краще прикопувати на глибину 2,5-25,0 см (від 1 до 10 дюймів), що дає такі переваги: знижує вірогідність механічних пошкоджень тваринами і робітниками в полі; поливна стрічка утримується в правильному положенні і не зміщується під дією вітру і коливань температури; зменшує поверхневе випаровування води, втрати хімічних добрив; покращує однорідність розподілу води і добрив в ґрунті вздовж поливної стрічки, і безпосередню забезпечує подачу їх в кореневу зону; виключає небезпеку пропалювання поливної стрічки при використанні під прозорою пластиковою плівкою. Це відбувається в результаті фокусування сонячних променів краплями води, що конденсуюся на нижньому боці пластика. При використанні прозорої пластикової плівки поливна стрічка повинна бути прикопана.
4. Необхідно перевірити і впевнитись, що сошник для установки не має загусениць та інших дефектів. Сошник для установки поливної стрічки повинен мати циліндричну форму і достатній внутрішній діаметр (не менше діаметра поливної стрічки).
5. При установці бобина з поливною стрічкою і бокові диски повинні повертатись вільно. Не допускається тягти стрічку вздовж, або під землею. Необхідно не допускати різких ривків, що можуть пошкодити стрічку.

6. В тих випадках, коли ґрунтові комахи представляють потенціальну загрозу, інсектициди необхідно застосовувати заздалегідь, або одночасно з установкою поливної стрічки.

На рис. 5.1.- 5.3. наведені схеми приєднання і з'єднання поливних стрічок. Поливні стрічки до ділянкового водогону приєднують через спеціальні штуцери (конектори), що мають гумові ущільнення (додаток Ж). Для зменшення капітальних затрат на обладнання стандартні штуцери замінюють на звичайні пластмасові трубки, які щільно запресовують у розвідну трубу. На кінець поливної трубки встановлюють спеціальні заглушки (додаток Ж), або закручують кінець і фіксують його як показано на рис. 5.1.

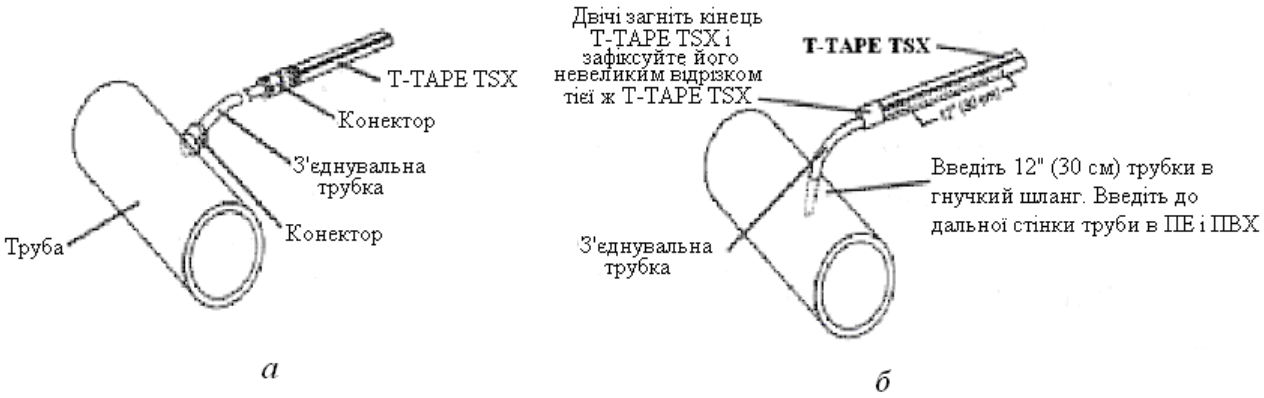


Рис. 5.1. Схеми приєднання поливних стрічок до ділянкового водогону: *а* – приєднання за допомогою конектора; *б* – приєднання без фурнітури.

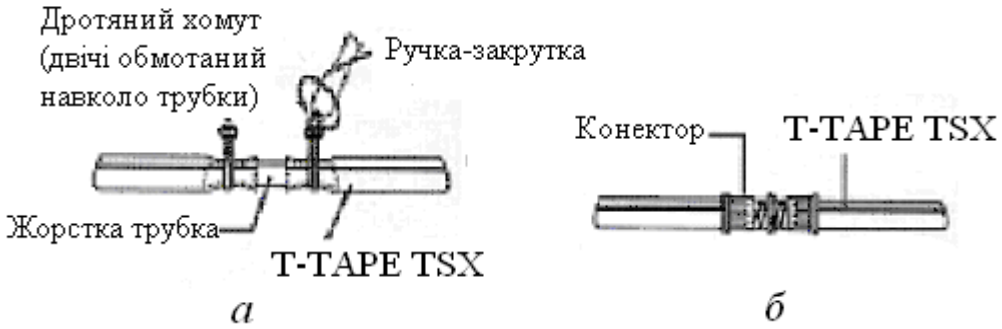


Рис. 5.2. Схема з'єднання поливних трубок: *а* – за допомогою дротяних хомутів; *б* – за допомогою конектора.

Рис. 5.3. Схема закриття кінців поливних трубок.

Запуск в роботу системи краплинного зрошення не складає проблем, якщо дотримуватись таких правил: якщо використовують піщані фільтри, їх необхідно промити. Новий пісок, завантажений в фільтри, містить тонкі час-

тинки, що не вимиваються при його виробництві. Ці частинки перешкоджають потоку води і, тому, повинні бути видалені зворотною промивкою як можна швидше; нову систему необхідно заповнювати водою повільно, для попередження проблем, пов'язаних з затисненням повітря. Первинні і вторинні магістралі повинні бути відкриті, і їх необхідно промити перед тим як закрити кінцевими; після того, як первинні і вторинні магістралі промиті, необхідно продовжувати промивку бокових ліній. Це дозволить видалити бруд і сміття, що накопичились при монтажних роботах; необхідно перевірити тиск в насосі, фільтрі, первинних і вторинних магістралях і на кінцях бокових ліній. Ці показання повинні співпадати з розрахунковими значеннями. Все це повинно підтвердити „однорідність" по всій системі; необхідно пройтись по полю і перевірити, чи є втрати води. Показання тиску, зняті попередньо, вкажуть на наявність великих втрат. Якщо із бокових ліній витікає мало води, або вона взагалі не витікає, – це свідчить про затиснення системи вверх по течії. Прощупуванням крапельної стрічки можна виявити місця затиснення: вище нього стрічка буде жорсткою, нижче – м'якою.

5.3. Експлуатація водозабірних і очисних споруд

Попереднє очищення води від механічних домішок і водоростей здійснюють у відстійниках чи фільтрах, розташованих на водоприймачі.

В басейні - відстійнику де осідають крупні домішки, необхідно постійно підтримувати максимальний рівень води, періодично здійснювати очистку басейна, перевіряти фільтруючі пристрої на водозаборі, вести постійний нагляд за збереженістю і справністю основного та допоміжного обладнання. У відкритих водозаборах в основному застосовують фільтри касетного типу, при їх пусконалагоджувальних роботах необхідно ретельно перевірити ущільнення по периметру касет, що попереджує вільне проникнення вихідної води в ємність фільтра. Промивку касет у водозабірно-очисних спорудах здійснюють в період найменшого перепаду рівнів.

Перед пуском очисної станції (вузла) необхідно здійснювати промивку і дезинфекцію водоочисних споруд і установок розчином хлору з концентрацією до 100 мг/л протягом 10 хвилин.

При пуску фільтрів і гідроциклонів в експлуатацію до моменту досягнення розрахункового тиску в мережі засувка на трубопроводі, що відводить фільтрат, повинна бути відкритою на 50-60 %.

Два рази в місяць рекомендується будувати за експлуатаційними даними криві кінематики виносу забруднень при промивці засобів очистки води з метою перевірки її ефективності. Відбір проб промивної води здійснюють через 0,5 - 1,0 хв. У випадку накопичення в фільтруючих елементах забруднень необхідно збільшити інтенсивність, або тривалість промивки.

При фільтруванні вод, що містять планктон, і з метою профілактики раз в місяць рекомендують здійснювати додаткову обробку фільтруючих елементів розчином хлору з дозою 5-10 мг/л. Два рази за зміну необхідно здійсню-

вати контроль якості фільтра, шляхом визначення вмісту зважених частинок і фітопланктону в пробах води, взятих до і після фільтра.

Втрати напору в очисних спорудах необхідно визначати за показаннями манометрів, влаштованих на трубопроводах, що підводять вихідну і відводять очищену воду.

Фільтроцикл необхідно припиняти при погіршенні якості фільтра, або при досягненні граничних втрат напору у фільтруючому елементі.

Контроль за витратами води через засоби очистки здійснюють за показаннями водоміра, установленого на трубопроводі, що відводить фільтрат.

По закінченні поливного періоду фільтр і циклони необхідно повністю спорожнити шляхом повільного спуску води через нижню скидно-розподільну систему. На зимовий період засувки управління фільтрами залишають відкритими, і вимірювальну арматуру демонтують.

На кожний очисний пристрій, або споруду на станції очистки води повинна бути інструкція з експлуатації і паспорт.

Особи, які не здали технічний іспит з правил експлуатації (не менше разу в рік) і з техніки безпеки до роботи на станції (вузлу) очистки води не допускаються. У випадку обладнання споруд очистки, або установок засобами автоматики черговий персонал повинен бути навчений правилам їх експлуатації і перемикань на аварійний, або ручний режим управління станцією.

5.4. Промивка поливної мережі

Для попередження накопичення осаду в трубопроводах, зниження витрат крапельниць і емітерів та засмічення виконавчих органів засобів автоматики необхідно здійснювати профілактичні і відновлювальні промивки.

Профілактичні промивки здійснюють: після кожного поливу при вмісті зважених речовин у воді більше 50 мг/л, через 3-4 поливи при вмісті завислих частинок менше 50 мг/л.

Для змиву осаду, що відклався на дні поливних трубопроводів, їх обладнують спеціальними кінцевими клапанами-заглушками.

Відновлювальні промивки призначають для попередження біообростання і розпушення ущільнених осадів у трубопроводах, крапельних водовипусках. Здійснюють їх на початку поливного періоду і після його закінчення слабким розчином сірчаної (H_2SO_4) або соляної (HCl) кислоти з pH – 2,5-3,5.

При появі фітопланктону у поливній воді застосовують розчин сірчанокислої міді з концентрацією міді 1-3 мг/л.

При відновлювальних промивках в процесі поливу розчини кислот і сірчанокислої міді вводять в голову ділянкового трубопроводу за допомогою інжектора, або насоса-дозатора під напором, що перевищує напір води в трубопроводі. Після введення розчинів реагентів в мережу її необхідно промити поливною водою для змивання розпушеного осаду. Тривалість відновлювальних промивок – 0,5-1,0 год.

З метою попередження масового попадання фітопланктону в поливну мережу необхідно здійснювати регулярний біологічний контроль за якістю

води в регулюючих басейнах. При вмісті водоростей у воді більше 10 млн. кл/л необхідно здійснювати обробку води розчином сірчанокислої міді.

Розрахунок кількості мідного купоросу ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$), необхідного для обробки водойм, здійснюють за формулою

$$X_{CuSO_4 \cdot 5H_2O} = 3{,}929 \cdot C \cdot V\,, \qquad (5.1)$$

де C – необхідна концентрація міді у відібраній воді, г/м^3; V – заданий об'єм води, що підлягає обробці, м^3; 3,929 – константа.

Обробіток води мідним купоросом здійснюють концентрацією за чистою міддю для: водойм і водостоків комплексного призначення – більше 0,1 г/м^3; вододжерел технічного призначення – 0,3-0,7 г/м^3; регулюючих басейнів – 1-5 г/м^3.

Тривалість обробітку не менше 5 годин. Обробіток здійснюють при штилі і температурі води не нижче +17 °С, в період доби з 8 до 12 годин.

Підкислення води дає можливість уникнути закупорювання водовипусків солями кальцію. Найефективнішою для цього є азотна кислота, концентрація якої в поливній воді не має перевищувати 0,5%, тобто на один кубічний метр поливної води потрібно 5 літрів чистої кислоти. Тривалість промивання – 30 хвилин. Скільки ж часу необхідно для промивання чистою водою. Частота – 1 раз на місяць і обов'язково наприкінці зрошувального сезону.

Хлорування води як засіб уникнення закупорювання крапельниць водоростями й органічними речовинами краще проводити рідкою хлоркою з концентрацією в ній хлору 12,5%. Для отримання необхідної концентрації на один кубометр поливної води витрачається 400 г рідкої хлорки. Частота і тривалість промивання такі ж, як і при підкисленні води.

Найкраще підкислення і хлорування води проводити одночасно.

Для захисту поливних трубопроводів від ґрунтових шкідників використовують також агротехнічний і хімічний методи боротьби. Агротехнічний метод – це створення несприятливих умов для розвитку та розмноження шкідників, тобто правильна організація сівозміни. На чисельність ґрунтових шкідників суттєво впливають і меліоративні та агрохімічні заходи. Так, наприклад вапнування кислих ґрунтів створює несприятливі умови для розвитку багатьох шкідників. Істотно погіршує умови розвитку личинок оранка на зяб.

Хімічний метод боротьби – це обробіток ґрунту, рослин і накопичення шкідників хімічними препаратами. Вносять їх разом із поливною водою. На практиці найефективнішим є застосування Базудіну дозою 1,2 – 1,8 л/га, БІ-58 дозою 2 л/га. Ефективним є також використання протруєних приманок – зерна пшениці, ячменю тощо.

Експлуатаційний персонал, який виконує операції з відновлювальних промивок, повинен пройти інструктаж з техніки безпеки при роботах, пов'язаних із застосуванням хімічних реагентів.

Приготування розчинів реагентів потрібної концентрації здійснюють на головному вузлі системи краплинного зрошення (в районі водозабору і насосної станції), а їх введення в мережу здійснюють за допомогою пересувних

цистерн з внутрішнім (антикорозійним покриттям) і насосів-дозаторів, змонтованих на шасі автомобіля. Для цих потреб можна використовувати установки для внесення в зрошувальну мережу рідких розчинних добрив, гідропідживлювачі та аналогічні технічні засоби для фертигації.

5.5. Оперативне планування поливів

В розділі 4 розглянутий метод розрахунку режиму зрошення призначений для визначення проектного режиму, тобто режиму який дає можливість визначити потрібні параметри зрошувальної мережі. При експлуатації можуть виникнути зовсім інші ситуації пов'язані зі зміною погодних умов. Тому виникає необхідність в корегуванні цього режиму. Для встановлення необхідності забезпечення рослин водою існують різні методи.

Термостатно-ваговий метод. Розрахунок ґрунтується на різниці між запасами вологи при найменшій вологоємкості і фактичним її вмістом в кореневмісному шарі ґрунту

$$m = 100 \cdot \gamma \cdot h \cdot S(\beta_{HB} - \beta_{\Phi}), \qquad (5.2)$$

де β_{Φ} – фактична вологість ґрунту перед поливом, % від маси абсолютно сухого ґрунту; інші позначення ті ж самі, що і в формулах (4.10) і (4.15).

Поливну норму за цим методом можна знайти в будь-який період вегетації. Але не завжди відразу необхідно проводити полив. Якщо отримана поливна норма більша, або близька до поливної норми розрахованої за формулою (4.15), то полив необхідний, а якщо ж поливна норма менше, то поливати ще рано. В залежності від того на скільки фактична поливна норма менша від розрахункової залежить і тривалість перед-поливного періоду.

Метод обліку випаровування вологи. Це стандартний метод, прийнятий FAO – міжнародною сільськогосподарською організацією. Даний метод визначення поливного режиму відзначається великою точністю, але вимагає влаштування метеорологічного поста в господарстві і щоденного обліку.

Для визначення добового випаровування на метеопостах установлюють спеціальний прилад – евапориметр, який показує потенціальне випаровування ($E_в$) з одиниці площі у мм/день, чи л/день. Для перерахунку на фактичне випаровування рослин з одиниці площі вводять коефіцієнт перерахування – $K_{росл.}$, величина якого враховує випаровування росли по періодах їх росту, тобто з урахуванням ступеня наявності листя у рослин (табл. 5.1).

5.1. Коефіцієнт випаровування ($K_{росл.}$) деяких овочевих культур за фазами їх росту

Культура	Фази росту і розвитку рослин					Середній показник за сезон
	після сходів, посадки	вегетативна фаза росту	активний ріст плодів	дозрівання плодів	збирання плодів	
Перець	0,40-0,50	0,60-0,75	0,95-1,00	1,00-1,15	0,95-1,10	0,70-0,80
Огірки	0,30-0,50	0,70-0,80	1,00-1,10	0,90-1,00	0,80-0,90	0,70-0,90
Томати	0,40-0,50	0,70-0,80	1,05-1,25	0,80-0,95	0,95-1,10	0,75-0,90

Наприклад: культура – томати, період росту – липень, $E_в$=7,6 л/м^2, $K_{росл.}$=0,8. Добове випаровування рослин у цих умовах становить:

$$E_{доб} = E_в \cdot K_{росл.} = 7{,}6 \cdot 0{,}8 = 6{,}1 \text{ л/м}^2.$$

На один гектар площі це складатиме 6,1 мм, тобто 61 м^3/га води.

Тензометричний метод. З впровадженням систем краплинного зрошення застосовують різні типи тензометрів, за якими визначають вологість ґрунту в будь-якому місці поля, і на будь-якій глибині активного шару ґрунту. Тензометри бувають: *водомірні*, *ртутні*, *барометричні*, *електричні*, *електронно-аналогові* та ін. Всі тензометри мають одну загальну частину – трубку, що переходить у керамічну пористу посудину, через яку вода, що є в трубці і в посудині, по порах з'єднується з ґрунтом, створюючи розрідження у трубці, що герметично з'єднана з водомірним пристроєм – ртутним, або іншим барометром. При повному заповненні трубки водою і герметично вставленій зверху трубки-вставки, ртутний барометр, або повітряний манометр показує нуль. Вода, по мірі випаровування з ґрунту, з керамічної трубки переходить у ґрунт, створюючи в трубці розрідження, що змінює показання тиску, за яким роблять висновок про ступінь вологості ґрунту.

Ступінь розрідження по манометру тензометра визначають у таких одиницях: 1 Бар = 100 сантибар = 1000 мілібар – приблизно 1 атмосфера (точніше 1 атм. = 0,99 Бар); 1 МПа = 1000 КПа = 10 атм; 1 атм. = 10 м вод. ст.

З огляду на те, що частина обсягу ґрунту повинна бути заповнена повітрям, показання приладу інтерпретують в такий спосіб: 0-0,01 МПа (0-0,1 атм.) – ґрунт перезволожений; 0,01-0,025 МПа (0,10-0,25 атм.) – оптимальні умови вологості, необхідності у поливах немає; 0,025-0,050 МПа (0,25-0,50 атм.) – наявна потреба в поповненні запасів вологи в ґрунті, у зоні основної маси коріння.

Так як зі зміною механічного складу ґрунту нижня межа необхідної вологості дуже змінюється, то в кожному конкретному випадку до поливу визначають не нижній, а достатній ступінь забезпечення ґрунту вологою в межах 0,03-0,04 МПа (0,3-0,4 атм.). При досягненні цієї вологості призначають полив. Отже, управління режимом зрошення на основі тензометричного методу зводиться до підтримки в період вегетації оптимальної вологості ґрунту і відповідному її діапазону усмоктувального тиску. Встановлені величини усмоктувального тиску за показаннями тензометра, при різних порогах передполивної вологості в контурі зволоження на глибині 0,3 і 0,6 м на відстані від крапельниці на 0,3-0,4 м, що відповідають НВ на чорноземах суглинкових наведені в табл. 5.2.

5.2. Величини усмоктувального тиску для різного механічного складу ґрунту, МПа

Тип ґрунту	**Вологість ґрунту, % від НВ**								
	100	**95**	**90**	**85**	**80**	**75**	**70**	**65**	**60**
Суглинок легкий	0,010	0,012	0,019	0,026	0,035	0,047	0,063	0,074	0,082
Суглинок середній	0,013	0,017	0,023	0,030	0,038	0,051	0,068	0,079	0,087
Суглинок важкий	0,015	0,019	0,025	0,034	0,043	0,057	0,074	0,085	0,093

При використанні тензометрів, необхідно дотримуватись таких правил: місце розташування тензометра повинне бути типовим для поля. В одній точці розташовують два тензометри: один на глибині 10-15 см, а інший – 30 см, відстані 10-15 см від крапельниці.

Необхідно регулярно слідкувати, щоб витрати навколишніх крапельниць були в межах норми, не були засмічені нерозчинними солями і водоростями. Для перевірки витрати крапельниць підраховують кількість крапель, що витекли за 30 секунд в різних місцях поля і в місці встановлення тензометра.

Установку тензометрів проводять після поливу ділянки. Для їх установки використовують ручний бур чи трубку діаметром трохи більшим, ніж тензометри, що мають стандартний діаметр 19 мм. Розмістивши тензометр на необхідну глибину, вільний простір довкола нього обережно ущільнюють, щоб не було повітряних порожнин. На важкому ґрунті роблять отвір тонкою трубкою на необхідну глибину, чекають, коли з'явиться вода. Потім розміщують тензометр і ущільнюють ґрунт навколо нього.

Знімати показання тензометра необхідно вранці, коли температура ще стабільна після ночі. Варто враховувати, що після поливу або дощу при підвищеній вологості ґрунту вище попередніх його показників, ґрунтова волога через пористу частину (сенсор) проникає в колбу тензометра, поки тиск у ній не вирівняється з тиском води в ґрунті. В результаті чого вакуум у тензометрі може зменшитись, аж до вихідного, що дорівнює нулю, або навіть нижче нуля.

Витрата води з тензометра відбувається постійно. Однак, можуть мати місце різкі перепади при високій здатності випаровування ґрунту (жаркі дні, суховії), а високий біокліматичний коефіцієнт спостерігається в період квітування і дозрівання плодів.

Під час поливів або після них додають у прилад воду, щоб поповнити ту, що раніше витекла. Для доливання необхідно використовувати тільки дистильовану воду, додаючи в неї 20 мл на 1 л води 3 %-ий розчин гіпохлориду натрію, що має стерилізуючі властивості проти бактерій і водоростей. Заливають воду в тензометр до початку її витікання, тобто на весь об'єм нижньої трубки.

Необхідно стежити, щоб у прилад не потрапив бруд, у тому числі з рук. Якщо за умовами експлуатації доливають у прилад невелику кількість дистиляту, то і профілактично доливають у прилад 8-10 крапель 3 %-го розчину гіпохлориду натрію, що захищає керамічну посудину (сенсор) від шкідливої мікрофлори.

Наприкінці іригаційного сезону обережно виймають прилад із ґрунту обертальним рухом, промивають керамічний сенсор під проточною водою, не ушкоджуючи його поверхні, протирають 3 %-вим розчином гіпохлориду натрію подушечкою. При митті прилад тримають тільки вертикально сенсором униз. Зберігають тензометр в чистій ємності, заповненій розчином дистильованої води з добавкою 3 %-вого розчину гіпохлориду натрію. Дотримання правил експлуатації і збереження приладу – основа його довговічності і правильних показань при експлуатації.

При роботі тензометрів на початку після їх установки, проходить деякий період адаптації, доки в зоні виміру не сформується коренева система і не буде контактувати із сенсором приладу. У цей період можна поливати з урахуванням факторів транспірації ваговим методом з водної поверхні.

Коли коренева система достатньо сформується навколо приладу (молоді корені, кореневі волоски), то прилад показує реальну потребу у воді. У цей час можуть спостерігатись різкі перепади тиску. Це спостерігається при різкому зниженні вологості і є показником для початку поливу. Якщо рослини добре розвинуті, мають добру кореневу систему і гарне листя, – то перепад тиску, тобто зменшення вологості ґрунту, буде більш сильним.

Слабка зміна тиску ґрунтового розчину і відповідно тензометра вказує на слабку кореневу систему, рослини мало чи зовсім на поглинають воду. Якщо відомо, що місце, де встановлено тензометр, не відповідає типовості ділянки через захворювання рослин, надмірної засоленості, недостатньої провітрюваності й т. ін., то тензометри необхідно перемістити на інше місце.

Метод послідовних розрахунків. Для оперативного формування режиму зрошення враховують зміни ґрунтових вологозапасів за фактичними метеорологічними даними за будь-який проміжок часу, що визначають розрахунковим шляхом за формулою (4.8).

На початок вегетації по замірах вологості ґрунту визначають фактичні запаси легкодоступної вологи

$$W_{поч} = 100 \cdot \gamma \cdot h(\beta_{ф} - \beta_{\min}), \tag{5.3}$$

де позначення ті ж самі, що і в формулах (4.10), (4.15) і (6.4).

Потім за формулою (4.8) визначають дефіцит водоспоживання за деякий період (найчастіше за декаду), і запаси легкодоступної вологи на кінець періоду за формулою

$$W_{кін} = W_{поч} - D. \tag{5.4}$$

В цьому випадку дефіцит водоспоживання може мати від’ємне значення. Тоді за законами алгебри його необхідно додавати.

Якщо значення $W_{кін}$ буде меншим нуля, або близьким до нуля, то в розглянутий період необхідно провести поливи. Якщо $W_{кін}$ значно більше нуля, то поливати не потрібно.

Отримане значення $W_{кін}$ для першого періоду буде $W_{поч}$ для наступного. Таким чином можна вести розрахунки послідовно до кінця вегетації. Але при розрахунках цим методом може накопичуватись похибка від періоду до періоду, тому рекомендується декілька разів інструментально визначати вологість ґрунту і за формулою (5.3) вносити уточнення в розрахунки.

***Контрольні запитання*:**

1. *Який порядок підготовки зрошувальної мережі до зими на системах де застосовується однорічна краплинна трубка?*
2. *Яким чином зберігають в зимовий період багаторічну поливну трубку?*
3. *Як готують до зими і зберігають фільтростанцію?*
4. *Яким чином перевіряють герметичність зрошувальної мережі?*
5. *Яких правил необхідно дотримуватись при монтажі поливних стрічок?*
6. *Які основні правила при запуску системи краплинного зрошення?*
7. *Для чого і як здійснюють дезинфекцію очисних споруд?*
8. *Яким чином встановлюють необхідність промивок фільтростанцій?*
9. *Для чого здійснюють профілактичні і відновлювальні промивки зрошувальної мережі?*
10. *Який розчин застосовують для промивки зрошувальної мережі?*
11. *Чому постає питання про оперативне планування поливів?*
12. *На чому базується термостатно-ваговий метод оперативного планування поливів?*
13. *Який принцип розрахунку строків поливу закладений в методі FAO?*
14. *Що вимірюють тензометри? Як перейти до вологості ґрунту?*
15. *В яких одиницях вимірюють ступінь розрідження по манометру тензометра?*
16. *Як правильно встановити тензометр на полі і знімати з нього показання?*
17. *Для чого застосовують розчин гіпохлориду в порожнині тензометра?*
18. *Які оптимальні межі зволоження по тензометру?*
19. *Як визначають строки поливу методом послідовних розрахунків?*

6. ОСОБЛИВОСТІ ВИРОЩУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР ПРИ КРАПЛИННОМУ ЗРОШЕННІ

Отримувати кращі врожаї сільськогосподарських культур найбільш реально на зрошуваних землях, де є можливість регулювати один з основних лімітуючих природних факторів - в посушливій зоні це вологозабезпеченість рослин за рахунок своєчасних поливів [10].

Впровадження зрошення передбачає також забезпечення їх необхідною кількістю добрив, застосування продуктивних районованих сортів, гібридів, передових технологій обробітку ґрунту і боротьби з бур'янами, шкідниками та хворобами рослин.

Поряд з існуючими методами вирощування сільськогосподарських культур застосовують методи точного розрахунку норм основних факторів життя рослин на запланований урожай, тобто проводять розрахунки необхідної кількості поливної води, добрив, насіння для отримання запланованого урожаю. Застосування таких технологій дає можливість більш економічно використовувати матеріальні і природні ресурси.

Найкраще з цим завдання впораються системи краплинного зрошення, що в сучасних умовах найбільш пристосовані до вирощування овочів. За вимогливістю до води всі овочеві культури можна розділити на чотири групи [30].

1. Культури що потребують підвищеної вологості ґрунту, так як їхня коренева система слабо розвинута (салат, редиска, шпинат, капуста, огірки, баклажани, перець).
2. Культури що економніше використовують вологу, однак, в період інтенсивного росту вегетативної маси, вимоги їх до вмісту вологи в ґрунті високі (цибуля, часник).
3. Культури коренева система яких густо розгалужена й проникає досить глибоко, забезпечуючи рослину водою, а порівняно невелика листова поверхня економно її витрачає (томати, морква, петрушка).
4. Культури, що мають дуже розгалужену кореневу систему, що швидко росте, та досить розвинену надземну частину (буряки, пастернак та інші коренеплідні культури).

Хоча культури третьої і четвертої груп досить стійкі проти ґрунтової та повітряної посухи, ефективність їхнього зрошення досить висока [30].

При встановлені технології поливу суттєве значення має схема розміщення поливних трубок, що впливає на вартість системи в цілому. В умовах важко- та середньосуглинкових ґрунтів при вирощуванні овочевих культур з використанням стрічкової схеми висіву (посадки) поливний трубопровід доцільно розміщувати всередині меншого міжряддя. При такому розміщенні контур зволоження, що утворюється на важко- та середньо-суглинкових ґру-

нтах, зволожує два ряди культур, В умовах легких ґрунтів (супіщаних, піщаних) поливні трубки для зволоження шару ґрунту рослин необхідно розміщувати в кожному ряду. Це значно підвищує вартість системи.

В даному розділі наведені рекомендації з вирощування основних сільськогосподарських культур при поливі краплинним способом, що розроблені Інститутом гідротехніки і меліорації УААН та іншими науковими установами України [36].

6.1. Томати

Біологічні особливості. Томати належать до родини пасльонових. Це досить теплолюбна однорічна культура. Насіння починає проростати при температурі не нижче +10 - 15 °С. При температурі ґрунту +15 °С від сівби до сходів проходить 14 - 22 дні, а при температурі нижче +10 °С насіння не проростає. Найбільш сприятлива температура для росту і розвитку рослин +22 - 25 °С вдень і +15 - 18 °С – вночі. Зниження температури нижче +15 °С у цей період призводить до затримки квітування, а при +10 °С затримується ріст рослин. Рослина характеризується підвищеними вимогами до світла.

Порівняно з іншими овочевими культурами, томати менш вимогливі до вологи. Вони розвивають потужну стрижневу кореневу систему. При безрозсадному способі вирощування томатів за оптимальної вологості ґрунту, основна маса коренів розміщується в шарі 0-60 см. При розсадному способі вирощування, основна маса коренів розташована в шарі 0-30 см, рідше досягає 50 см. Томати найбільш вимогливі до вологи в період масового плодоутворення. Нестача вологи в цей період призводить до опадання квіток і зав’язей, затримується ріст і утворення плодів на бічних пагонах.

За тривалістю вегетаційного періоду (від появи сходів до досягнення перших плодів) сорти томатів поділяють на ранньостиглі 100 - 105 днів, середньоранні 106 - 110, середньостиглі 111 - 115, середньопізні 116 - 120 і пізньостиглі більше 120 днів.

Схема посадки залежить від способу висаджування і схеми розташування поливних стрічок. Чергування дворядкових стрічок (рис. 6.1.).

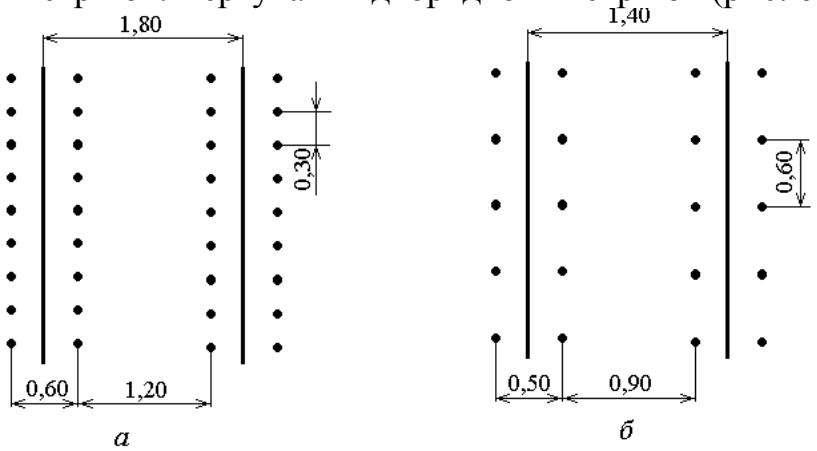


Рис. 6.1. Схеми посадки томатів

Відстань між стрічками 1,8 м, між рядками 0,6 м, між рослинами в рядку 0,3 м (рис 6.1. *а*). Площа живлення однієї рослини – 0,27 $м^2$, щільність посадки – 37 тис. рослин на га.

Відстань між стрічками 1,4 м, між рядками 0,5 м, між рослинами в рядку 0,6 м (рис 6.1. *б*). Площа живлення однієї рослини – 0,42 $м^2$, щільність посадки – 23,8 тис. рослин на га.

Перевага вирощування томатів з великою відстанню між рядками і стрічками в тому, що збільшується питома вага площі, що обробляється просапними культиваторами, знижуються затрати праці на прополювання бур'янів у рядках, зменшується вартість поливної мережі системи краплинного зрошення за рахунок розрідженої схеми прокладки поливних трубопроводів (один трубопровід на два рядки), створюються більш сприятливі умови для збирання врожаю.

Догляд за посівами. Всі агрономічні прийоми догляду повинні забезпечувати найкращі умови росту і розвитку рослин. Це – розпушування ґрунту, мульчування, зрошення, підживлення (фертигація), захист рослин від бур'янів, хвороб і шкідників.

Урожайність плодів томатів значною мірою залежить від своєчасного проведення міжрядного розпушування і прополювання.

Після висаджування розсади перший раз розпушують міжряддя культиваторами зі стрілчастими лапами та лапами бритвами на глибину 6-8 см. Друге розпушування проводять через 10-12 днів після першого на глибину 8-10 см.

Перший міжрядний обробіток після з'явлення сходів розпочинають культиваторами з лапами бритвами на глибину 4-5 см, другий – 6-8 і третій 10-12 см. При утворенні на рослинах 4-5 листків формують густоту посівів механічним проріджуванням. Для ранньостиглих сортів густота повинна бути 45 - 50 тисяч рослин на 1 га, а середньостиглих і пізньостиглих 50 - 60 тисяч рослин на 1 га.

Розсадним способом томати іноді вирощують з мульчею. Для мульчування використовують солому, торф, тирсу або інші матеріали. Останнім часом широко використовують світлонепроникну поліетиленову плівку. Мульчування ґрунту світлонепроникною плівкою в поєднанні з краплинним зрошенням дає можливість економити поливну воду, створювати сприятливі умови для розвитку рослин, очистити поле від бур'янів, виключити ущільнення ґрунту, що в результаті істотно підвищує урожайність томатів.

Зрошення. На півдні України томати бажано вирощувати лише при зрошенні. Краплинне зрошення є найбільш прогресивним способом поливу. При цьому способі поливу досягається найбільш рівномірний розподіл вологи для рослин. Разом з поливом є можливість проводити підживлення рослин мінеральними добривами з точним регулюванням доз. Система краплинного зрошення монтується до посіву або висадження розсади. Краплинну трубку укладають разом з посівом переустаткованою сівалкою, або відразу ж після посіву вручну. Це дозволяє відразу після висіву розпочати поливи й отримати гарантовані сходи.

Забезпеченість томатів вологою в різні фази розвитку і при різних способах вирощування (розсадний і безрозсадний) неоднакова. При безрозсадному вирощуванні для нормального розвитку кореневої системи вегетативної маси оптимальний діапазон вологості в період сходи-початок плодоутворення є 70 - 100 % НВ. У період масового плодоутворення вологість ґрунту не повинна знижуватись нижче 80 - 85 % НВ. В останній період передполивна вологість не повинна бути менше 70 % НВ.

Для розсадних томатів, після висаджування, вологість ґрунту має становити не менше 80 % НВ. Після того, як розсада прижилась, режим вологості ґрунту підтримують аналогічно до варіанту безрозсадного способу вирощування.

Протягом періоду вегетації змінюється також необхідний об'єм зволоження ґрунту, тобто ширина і глибина зволожуваної зони. Ширина смуги зволоження визначається шириною висіву і в початковий період вегетації повинна бути не менше 40 см. При такій ширині глибина промочування на суглинистих ґрунтах становить 20-25 см. З початком плодоутворення об'єм зволоження ґрунту з кожним поливом необхідно поступово збільшувати і протягом всього періоду плодоношення смуга зволоження повинна бути не менше 60 см при глибині 40 см. Площа зволоження в першому випадку складає 20-22 %, у другому збільшується до 35 % від загальної площі поля.

Залежно від значення передполивної вологості ґрунту, ширини і глибини смуги зволоження змінюється і величина поливної норми. На суглинистих ґрунтах, в період приживання розсади томатів – початку плодоутворення, при розташуванні поливного трубопроводу з водовипусками через 30 см і передполивній вологості ґрунту не нижче 70 % НВ поливна норма складає 50-60 $м^3$/га. Тривалість поливу з такою величиною поливної норми складає приблизно три години. На початку плодоутворення і в період плодоношення з передполивною вологістю ґрунту 80-85 % НВ, шириною смуги 60 см і глибиною 40 см при однострічковій схемі висіву величина поливної норми відповідно складає 70-90 $м^3$/га. Для поливу такою нормою необхідно від 3,5 до 5 годин.

У період інтенсивного водоспоживання міжполивний період складає не більше 3-4 днів. З підвищенням урожайності для підтримання оптимальної вологості ґрунту необхідно проводити поливи значно рідше, нормою 110-130 $м^3$/га.

Удобрення. Розрахунок необхідної кількості добрив здійснюють згідно даних аналізу наявних основних елементів живлення в ґрунті. Для отримання 10 т врожаю плодів томатів рослини використовують 33,0 кг азоту, 13,0 кг фосфору і 45,5 – калію.

Органічні добрива безпосередньо під томати не вносять. Їх краще вносити під попередник, у нормі 30-40 т/га. Однак, на бідних ґрунтах доцільно вносити органічні добрива під зяб у вигляді перепрілого гною. На початку вегетації томати забезпечують, насамперед, фосфором і калієм. При цьому в якості основного внесення добрив застосовують ¾ обсягів фосфорних і ½ калійних добрив. Потім підсилюють азотом, а перед плодоношенням – калієм.

Мінеральні добрива більш доцільно вносити в один строк – під зяблеву оранку. Їх можна вносити і під культивацію весною в три етапи: під ранню культивацію, при сівбі в рядки і підживлення.

На чорноземних ґрунтах півдня України для отримання високого врожаю вносять $N_{120}P_{120}K_{90}$ (без внесення гною). Якщо ці добрива не вносились під осінню оранку або весняну культивацію, то необхідно внести розрахункові кількості в період вегетації шляхом фертигації. Перший раз підживлюють через 10-15 днів після сівби (висаджування розсади), другий – на початку плодоутворення в дозах $N_{20}P_{20}K_{15}$.

Використання краплинного зрошення вимагає ретельного розрахунку внесення легкорозчинних форм мінеральних добрив. Програмуючи фертигацію, враховують напрямок використання продукції: для свіжого споживання чи переробки. Добрива вносять диференційовано для трьох періодів росту і розвитку рослин:

- від сходів або висадки розсади до початку квітування перших китиць;
- від початку квітування до початку достигання;
- від початку достигання до кінця плодоношення.

Так, отримання плодів для свіжого споживання вимагає внесення азоту за наведеними періодами: 1 – 2 кг/га щоденно; 2 – 3 і 3 – 2,5 кг/га щоденно. Відповідно фосфору: 1 – 0,7; 2 – 0,8; 3 – 0,6; калію: 1 – 2; 2 – 3; 3 – 5. Для отримання плодів на переробку вносять поживні речовини за періодами росту: азоту 1 – 1,5; 2 – 2,5; 3 – 3; фосфору 1 – 0,7; 2 – 0,8; 3 – 0,6; калію 1 – 0,9; 2 – 2,5; 3 – 3 кг/га щоденно.

При краплинному зрошенні використовують легкорозчинні комплексні добрива Кристалон, Кеміра, Террафлекс. До складу перелічених добрив крім макроелементів входить необхідний набір мікроелементів (Fe, Zn, B, Mo, Cu, Mn у формі комплексів ЕДТА і ДТРА) і магній.

.

6.2. Огірки

Біологічні особливості. Огірки – однорічна трав'яниста рослина родини гарбузових. Корінь стрижневий, дуже розгалужений Основна маса коренів розташована в орному шарі, а окремі можуть проникати на глибину до 1 м. Стебло повзуче, розгалужене, п'ятигранне із жорстким опушенням. Довжина головного стебла і кількість пагонів залежить від сортових особливостей та умов вирощування. Рослини утворюють квітки трьох типів: жіночі, чоловічі і гермафродитні. Листки черешкові, в пазухах кожного листка, починаючи з третього, утворюються вусики.

Огірки відносять до рослин короткого дня. Вирощування в умовах короткого дня (10-12 годин) прискорює розвиток рослин, підвищується урожайність. Продовження тривалості світового дня до 16 годин стимулює початок плодоношення, знижує урожайність. Селекціонерами створено багато різних сортів і гібридів, які пристосовані до певної тривалості дня.

Огірки добре плодоносять тільки на відкритих, освітлених ділянках.

Огірки – теплолюбна культура, процеси росту проходять при температурі від +14 до +42 °С. В цілому для рослин необхідна рівномірна середньодобова температура повітря, незначні добові зміни і повільне зниження її наприкінці вегетаційного періоду. Насіння починає проростати при температурі +12 - 13 °С, а листки і плоди ростуть при +15 - 16 °С. При підвищенні температури до +25 °С проростання насіння прискорюється і сходи з'являються на 4 - 5-й день, а при +17 - 20 °С на 10-й день. При зниженні температури до +8 - 10 °С ріст і плодоношення рослин припиняється, а при зниженні її до +3 - 4 °С протягом 3 - 4 днів рослини гинуть.

Огірки вимогливі до вологості ґрунту і повітря, у зв'язку з тим, вегетативна наземна маса велика і випаровує багато води, а коренева система їх розміщується у верхніх шарах ґрунту і порівняно з листовою поверхнею розвинена слабше.

Оптимальна відносна вологість повітря для огірків – 80-90 %. Критичні періоди забезпечення вологою бувають при утворенні 2 - 3 листків і плодоношенні. Надлишкова вологість ґрунту, вище 85 % НВ, особливо при зниженні температури, шкідлива для рослин. Стійкість рослин до низької вологості повітря зростає з підвищенням вологості ґрунту.

За стиглістю огірки поділяють на скоростиглі – 40-45 днів, середньостиглі – 46 - 50, і пізньостиглі понад 50 днів.

Сучасні сорти та гібриди огірків навіть за мінімального догляду дають можливість отримати урожайність не менше 30 - 35 т/га. Висока технологія, що передбачає вирощування огірків на шпалері з використанням краплинного зрошення, мінеральні і органічні добрива, засоби захисту рослин, забезпечує високу урожайність (до 100 т/га і більше).

Схема посадки. Огірки можна вирощувати на шпалері і без неї.

Вирощування без шпалери. Відстань між стрічками 1,9 м, між рядками 0,5м, між рослинами в рядку 0,3 м (рис 6.2. *а*). Площа живлення однієї рослини – 0,28 м^2, щільність посадки – 35 тис. рослин на га.

Відстань між стрічками 2,1 м, між рядками 0,5 м, між рослинами в рядку 0,3 м (рис 6.2. *б*). Площа живлення однієї рослини – 0,32 м^2, щільність посадки – 31,7 тис. рослин на га.

Відстань між стрічками 2,8 м, між рядками 0,5 м, між рослинами в рядку 0,3 м (рис 6.2. *в*). Площа живлення однієї рослини – 0,42 м^2, щільність посадки – 23,8 тис. рослин на га.

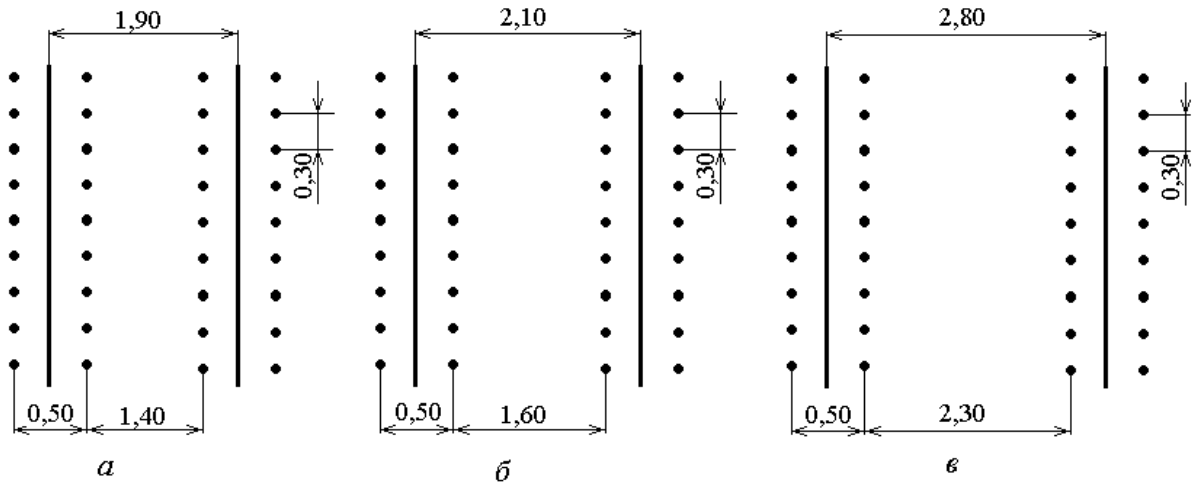


Рис. 6.2. Схема посадки огірків без шпалери

Вирощування зі шпалерою. Шпалера натягується вздовж рядка. До низу шпалери кріпиться поливна стрічка.

Відстань між стрічками і рядками по 1,0 м, між рослинами в рядку 0,3 м (рис. 6.3. *а*). Площа живлення однієї рослини – 0,30 м^2, щільність посадки – 33,3 тис. рослин на га.

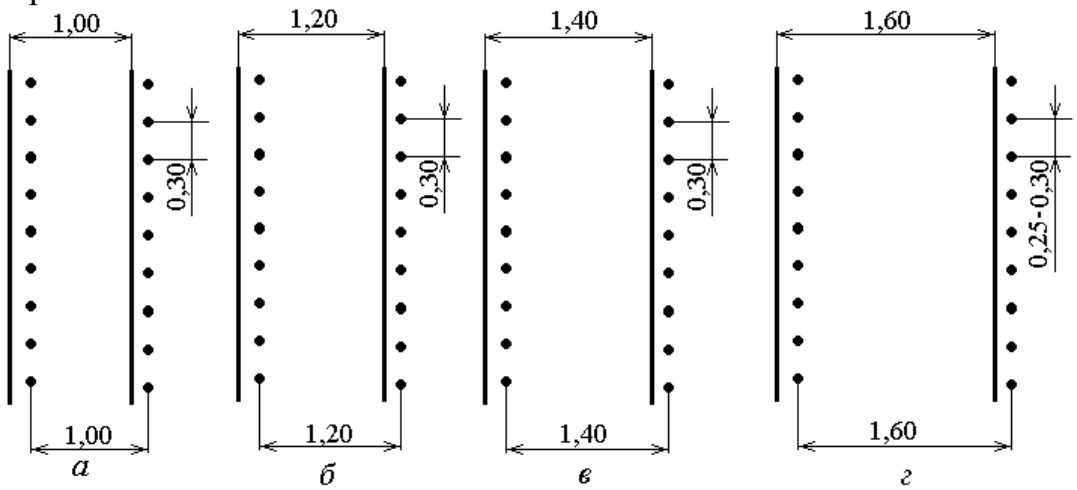


Рис. 6.3. Схема посадки огірків зі шпалерою.

Відстань між стрічками і рядками по 1,2 м, між рослинами в рядку 0,3 м (рис 6.3. *б*). Площа живлення однієї рослини – 0,36 м^2, щільність посадки – 27,7 тис. рослин на га.

Відстань між стрічками і рядками по 1,4 м, між рослинами в рядку 0,3 м (рис 6.3. *в*). Площа живлення однієї рослини – 0,42 м^2, щільність посадки – 23,8 тис. рослин на га.

Відстань між стрічками і рядками по 1,6 м, між рослинами в рядку 0,25-0,30 м (рис 6.3. *г*). Площа живлення однієї рослини – 0,40 м^2, щільність посадки – 25 тис. рослин на га.

Догляд за посівами включає: розпушування ґрунту, мульчування, зрошення, підживлення (фертигацію), захист рослин від бур'янів, хвороб і шкідників.

Урожайність плодів огірків залежить від своєчасного і якісного проведення міжрядних обробок. Глибина першої культивації 3-4 см, а наступних 6-8 см виконують для збагачення ґрунту киснем і знищення бур'янів.

Іноді для вирощування огірків використовують мульчування ґрунту. При цьому у посівах поліпшується його температурний, водно-повітряний і поживний режими.

Зрошення. Огірки потребують високої вологості повітря і ґрунту, особливо в період проростання насіння і появи сходів.

Систему краплинного зрошення монтують до посіву, з тим щоб мати можливість зробити своєчасний полив і отримати вирівняні сходи. Наступні поливи варто розпочинати з 3-4 листочків, щоб сформувати більш могутню і глибоку кореневу систему.

Оптимальна передполивна вологість ґрунту для огірків до початку плодоутворення складає 75-80 % НВ. В період плодоутворення – 85-90 % НВ. На початку вегетації до початку плодоутворення глибина зволожуваної смуги складає 15-20 см з шириною до 30 см. З початку плодоутворення і під час всього періоду плодоношення глибина зволоження ґрунту повинна бути 30-35 см, утворюючи смугу зволоження шириною близько 50 см. До кінця вегетації частота поливів зменшується. Вологість ґрунту в цей період підтримується на рівні не нижче 80 % НВ.

У період утворення огудини поливна норма повинна бути не дуже високою – 25-30 $м^3$/га·добу. В міру наростання вегетативної маси поливна норма поступово збільшується. Пік поливів приходиться на період плодоносіння (60-80 $м^3$/га·добу).

Споживання води добре розвинутою рослиною при температурі повітря 10 °С складає 0,7 л/день на одну рослину. При наведених схемах посадки це відповідає 16,8 $м^3$/га. При температурі повітря понад 30 °С це споживання може складати 4 л/день на 1 рослину, або 96 $м^3$/га.

Удобрення. Огірки відрізняються відносно високим споживанням поживних речовин. Так, для формування 10 т товарної продукції рослини виносять з ґрунту 14 кг азоту, 9 кг фосфору і 28 кг калію.

Високі і стабільні врожаї огірків можна отримати тільки з використанням органічних та мінеральних добрив. Рекомендована доза внесення органічних добрив складає 50-60 т/га.

Внесення мінеральних добрив корегують залежно від вмісту рухомих їх форм у ґрунті і запланованого рівня урожайності. Для формування врожаю 50-60 т/га протягом вегетації огірки потребують 130 кг азоту. З них 80 кг/га під зяб і 50 кг/га – при сівбі в рядки і підживлення, що розпочинається відразу після першого збирання, а потім повторюється через кожні 14 днів. Із ефективних азотних добрив використовують солі азотної кислоти: аміачну, натрієву та кальцієву селітру, а також сечовину.

При середньому вмісті фосфору в ґрунт вносять 140-160 кг/га фосфорних добрив. Більшу його частину (2/3) вносять під зяблеву оранку, решту при сівбі у рядки.

Огіркам необхідно багато калію. На ґрунтах із середнім його вмістом вносять 150-170 кг/га, з них половину – під зяблеву оранку, решту – під час вегетації для підживлення рослин, особливо в період плодоношення. Враховуючи те, що огірки чутливі до хлоридів, використовують сірчанокислий калій або калімагнезію.

Потреба рослини в основних елементах живлення протягом вегетації змінюється. З ростом бічних пагонів підвищується засвоєння калію і фосфору. Пізніше, у зв'язку з інтенсивним приростом наземної маси, збільшується споживання азоту. Вміст рухомого фосфору повинен бути не менше 15-20 мг на 100 г ґрунту, а обмінного калію – 8-10 мг на 100 г ґрунту.

Подачу поживного розчину через систему краплинного зрошення здійснюють протягом усього циклу поливу, або в середині циклу, але так, щоб наприкінці циклу обов'язково зробити промивання системи.

Огірки найбільше споживають елементів живлення у фази квітування й утворення плодів. Огірки найкраще ростуть при збагаченні ґрунту високими дозами органічних добрив.

Нестача азоту дає світло-зелений колір листків, тоді як його надлишок затримує початок квітування, а в період плодоношення зменшує кількість плодів. Низький вміст фосфору дає бронзово-зеленуватий відтінок листків. Тому з урахуванням типу ґрунту та умов вирощування в кожному конкретному випадку вносять відповідні поправки.

Рослинам огірків необхідний магній (не менше 50 кг/га). Симптомами магнієвого голодування є пожовтіння країв листків і жовті плями на них. В результаті цього рослини стають чутливими до різних захворювань. Вносити магній можна у вигляді магнієвих добрив, або суміші з вмістом магнію. Необхідні для рослин інші мікроелементи здебільшого надходять у ґрунт з органічними добривами.

Рослини не здатні споживати поживні речовини при температурі ґрунту нижче 16 °С, тому необхідно зменшити дозу мінеральних добрив при підживленні в прохолодну погоду.

Для підживлення огірків можна використовувати водорозчинні мінеральні добрива: Террафлекс, Кеміра комбі, Кристалон, Universol, MaqMix, монофосфат калію, аміачну і калійну селітри та ін. Загальна кількість добрив не повинна перевищувати 1,0-1,2 кг/м^3 води.

Результати наукових досліджень, а також досвід вирощування, свідчать, що для огірків протягом вегетації норма застосування Террафлексу-С повинна складати в середньому 0,866 г/дм^3 поливної води. Якщо добрива подаються не з кожним поливом, то норма внесення складає 0,7-1,7 г/м^2 на день, а починаючи з фази квітування – 2,3-2,7 г/м^2 на день.

6.3. Перець солодкий

Біологічні особливості. Перець – однорічна рослина родини пасльонових. Стебло трав'янисте, біля основи здерев'яніле, висотою 35-80 см. Тому рослина не вилягає і в процесі вегетації зберігає вертикальне положення. Ко-

ренева система перцю стрижнева, але із застосуванням розсадного способу вирощування вона дуже розгалужується і розростається, як мичкувата. Активні кореві волоски зосереджені, в основному, в шарі 30-40 см.

Перець - теплолюбна культура. Оптимальна температура для її росту і розвитку в межах +20 - 30 °С. Зниження її до +15 °С затримує розвиток, а при +13 °С припиняється ріст. При температурі +35 °С і вище спостерігається пригнічення росту. Рослини перцю чутливі до заморозків. Його насіння починає проростати при температурі не нижче +13 °С і при цьому сходи з'являються на 18 - 25-й день, а при +25 °С на 7 - 9-й день.

Несприятлива для перцю також спекотна погода, особливо в поєднанні з дефіцитом вологи в ґрунті в період квітування. Перець вимогливий до освітлення. Нестача світла негативно впливає на його ріст і розвиток, а також призводить до опадання зав'язей, пожовтіння листків.

Для нормального розвитку рослини вимагають короткого (12-14-годинного) дня, який прискорює розвиток рослин і сприяє ранньому квітуванню і формуванню плодів.

Перець солодкий за періодом дозрівання поділяють на ранньостиглий – від появи сходів до технічної стиглості перших плодів проходить 90-120 днів (біологічна стиглість – від 125 до 150 днів), відповідно середньостиглий – 121-135 (151-160) і середньопізній – 136-150 (більше 160 днів).

За інтенсивністю росту сорти і гібриди перцю солодкого поділяють на середньорослі (35-60 см) і високорослі (60-80 см).

Схема посадки. Чергування дворядних стрічок. Відстань між стрічками 1,4 м, між рядками 0,5 м, між рослинами в рядку 0,25 м (рис. 6.4. *а*). Площа живлення для однієї рослини 0,175 м^2, щільність посадки – 57 тисяч рослин на 1 га.

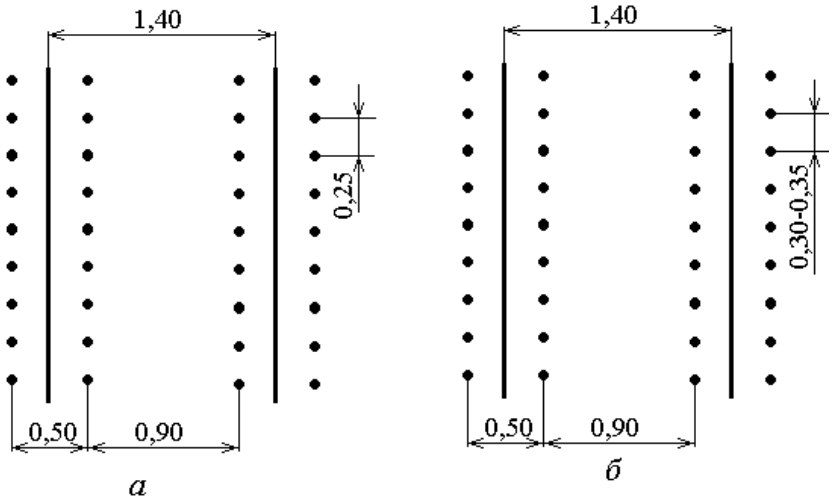


Рис. 6.4. Схема посадки перцю

Чергування дворядних стрічок. Відстань між стрічками 1,4 м, між рядками 0,5 м, між рослинами в рядку 0,30-0,35 м (рис. 6.4. *б*). Площа живлення для однієї рослини 0,245 м^2, щільність посадки – 41 тисяча рослин на 1 га.

Догляд за посівами під час вегетаційного періоду полягає в міжрядному обробітку ґрунту, ручному прополюванні в рядках, зрошенні, фертигації, боротьбі з бур'янами, шкідниками і хворобами.

Перець солодкий дуже чутливий до повітряного режиму ґрунту. Тому після опадів проводять його розпушування.

Зрошення. За вимогливістю до вологи серед овочевих культур перець займає одне з перших місць. Тому своєчасне проведення поливів підвищує урожайність цієї культури в 3 - 4 рази.

Рекомендована оптимальна вологість ґрунту не нижче 90 % НВ у період від висаджування розсади до початку плодоношення, і 80 % НВ – у період плодоношення.

При вирощуванні перцю розсадою полив необхідно розпочати до висадження розсади, щоб рослини висаджувати в добре зволожений ґрунт. Це дозволяє поліпшити приживлюваність розсади й уникнути зрідженості.

На початку вегетаційного періоду для підтримання необхідної вологості ґрунту перець поливають часто, невеликими поливними нормами. Враховуючи дворядну схему посадки перцю, для цього необхідно створити смугу зволоження шириною близько 60 см при глибині зволоження 25-30 см. Величина поливної норми при цьому складає 30-35 $м^3$/га.

З початку плодоношення за рахунок збільшення глибини зволоження до 40 см і збільшення оптимального діапазону вмісту вологи до 80 % НВ величина поливної норми збільшується до 100-110 $м^3$/га.

Удобрення. Перець солодкий дуже чутливий до внесення добрив. З 10 т плодів він виносить значну кількість поживних речовин – азоту 47 кг, фосфору 10 кг і калію 45 кг.

Рослини перцю в період вегетації по різному реагують на умови ґрунтового живлення. Найбільша вимогливість до азоту проявляється в період перед квітуванням і під час формування плодів. До початку плодоутворення перцю потрібно підвищені дози фосфорних добрив. Критичний період засвоєння калію – від зав'язування плодів і до закінчення їх достигання. Рослини перцю вимогливі до кальцію і магнію, які потрібні їм протягом всього вегетаційного періоду.

З органічних добрив краще вносити перегній 30-40 т/га разом з фосфорно-калійними добривами зяблеву оранку в дозах $P_{75-90}K_{30-45}$, азотні вносять під культивацію навесні в дозі N_{60-90}. Якщо перегній не вносять, то норму фосфору збільшують до 120 кг/га.

Якщо мінеральні добрива не вносились під осінню оранку чи весняну культивацію, а також при слабкому розвитку рослин, необхідно періодично проводити підживлення рослин разом з поливною водою (фертигації): перше – через 10-12 днів після висаджування, наступні – в період плодоутворення. Види та дози добрив при підживленні залежать від кількості внесення їх під основний обробіток ґрунту.

6.4. Баклажани

Біологічні особливості. Баклажани – одна з теплолюбних однорічних трав'янистих рослин родини пасльонових. Коренева система стрижнева, в молодому віці слабка, у дорослих рослин дуже розвинута, проникає на глибину до 1,0-1,5 м. Найбільш діяльна її частина розташована у верхньому шарі на глибині 20-30 см. Вона надзвичайно чутлива до нестачі в ґрунті вологи, повітря і поживних речовин.

Баклажани вимогливіші до тепла ніж перець. Мінімальна температура проростання насіння – +13 ° С, оптимальна +25 - 30 С, при якій сходи з'являються на 8 - 12-й день. При сівбі у холодний ґрунт (до +10 °С) спостерігаються випадки загибелі сходів. Найкраще ростуть і розвиваються баклажани при температурі +27 - 27 °С. Особливо вимоглива до тепла ця культура в розсадний період. Жарка і суха погода викликає опадання квіток і зав'язей.

Баклажани – вологолюбна культура. В більшості районів товарного овочівництва їх вирощують тільки на зрошуваних землях. При недостатньому забезпеченні вологою знижується утворення репродуктивних органів, підвищується опадання бутонів, квіток і зав'язей.

Рослини баклажанів вимогливі до світла, не переносять затінення, загущення в посівах, позитивно реагують на коротку тривалість дня. Недостатня освітленість затримує їх ріст. Тому дуже важливо в посівах створювати оптимальну густоту рослин.

Залежно від господарського призначення і скоростиглості сорти і гібриди баклажанів поділяють на ранньостиглі (до 115 днів); середньостиглі (116-130 дні); середньопізні (131-150 дні) та пізньостиглі (більше 150 дні).

Схема посадки. При вирощуванні баклажанів на краплинному зрошенні застосовують схему садіння 90+50×(25-30) см (рис. 6.5*а*), при цьому кількість рослин на 1 га складає 48 - 57 тисяч. Застосовують також схему 70×25 - 30 см (рис. 6.5*б*), при тій же кількості рослин на гектарі.

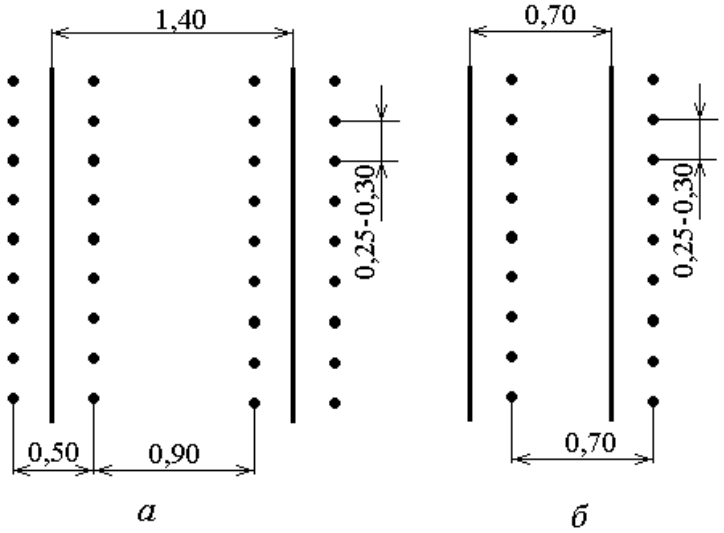


Рис. 6.5. Схема посадки баклажанів

Догляд за рослинами полягає в систематичному розпушуванні міжрядь, зрошенні, фертигації, боротьбі з бур'янами, шкідниками і хворобами. Враховуючи підвищену вимогливість баклажан до тепла, всі технологічні операції, особливо до зав'язування плодів, повинні сприяти кращому прогріванню ґрунту. Тому в першу чергу необхідно якісно і своєчасно проводити міжрядний обробіток.

Зрошення позитивно впливає на якість плодів баклажанів, підвищуючи їх товарність, біохімічний склад і середню масу. Оптимальні умови для росту і розвитку рослин баклажанів складаються при передполивній вологості ґрунту в межах 80 - 75 % НВ. В період від висаджування до зав'язування плодів вологість ґрунту підтримують не нижче 75 % НВ. Так як інтенсивність сумарного водоспоживання баклажанів в цей період невисока – поливи здійснюють рідко, нормою 80 - 90 $м^3$/га. При такій поливній нормі одним поливним трубопроводом, розміщеним посередині стрічки, ґрунт зволожується на глибину 30 см, утворюючи смугу шириною 50 см.

Найбільша інтенсивність водоспоживання баклажанів спостерігається у період зав'язування плодів – початок плодоношення. В цей період вологість ґрунту в шарі 0-40 см підтримують не нижче 80 % НВ. Ширина смуги зволоження близько 60 см. Величина поливної норми складає 100-110 $м^3$/га. Поливи проводять частіше, ніж у перший період вегетації.

У період плодоношення, у зв'язку із зменшенням інтенсивності сумарного випаровування, поливи необхідно проводити рідше при тій же поливній нормі.

Удобрення. Рослини баклажанів вимогливіші до вмісту поживних речовин в ґрунті ніж перець. Азот, внесений при підживленнях, краще використовується для формування врожаю, ніж азот основного удобрення. При нестачі фосфору в ґрунті ріст баклажанів припиняється, тому він необхідний рослинам протягом всього вегетаційного періоду. Калій підвищує стійкість рослин проти хвороб, і найвища потреба його спостерігається в період плодоношення.

У Степу на чорноземах звичайних при зрошенні вносять 30-40 т/га органічних добрив і $N_{90-120}P_{60}K_{45-60}$ або тільки мінеральних добрив в дозі $N_{120-180}P_{120-180}K_{60-90}$. На каштанових вносять підвищені норми гною – 40-50т/га і мінеральні добрива $N_{60-90}P_{60-90}K_{45-60}$. На родючих ґрунтах в умовах Лісостепу, після удобрення попередників, застосовують тільки мінеральні добрива - $N_{90-120}P_{120}K_{120}$.

6.5. Капуста білоголова

Біологічні особливості. Капуста білоголова – дворічна холодостійка рослина родини капустяних.

Коренева система розміщується на невеликій глибині – до 25 см, тобто в шарі ґрунту, де запаси вологи нестійкі.

Насіння капусти проростає при +2 - 3 °С, оптимальною є температура для проростання +18 - 20 °С, а масове проростання розпочинається при те-

мпературі +5 - 6 °С. Оптимальною температурою для росту і розвитку є +15 - 18 °С. Температура вище +25 °С негативно впливає на формування головок, затримується ріст, подовжується вегетаційний період. У стадії розсади і технічної стиглості може переносити заморозки до -5 °С, а в більш пізньому віці – до -6 - 7 °С.

Капуста білоголова дуже вимоглива до вологи протягом всього вегетаційного періоду. При нестачі вологи рослини слабо розвиваються і майже не зав'язують головок.

Капуста дуже вимоглива до світла, особливо під час вирощування розсади.

З овочевих рослин капуста користується найбільшою популярністю, має багато сортів і гібридів різних строків дозрівання. Сорти і гібриди капусти поділяють на: надранні – вегетаційний період до 115 днів, ранньостиглі – 116-125 днів, середньоранні – 126-130 днів, середньостиглі – 131-145 днів, середньопізні – 145-160 днів і пізньостиглі – понад 160 днів.

Схема посадки. На постійне місце капусту висаджують стрічковим способом за схемою 90+50×(30 - 35) см. Ця схема найбільш ефективна при використанні систем краплинного зрошення. При цьому кількість рослин на 1 га складає 40 - 48 тисяч.

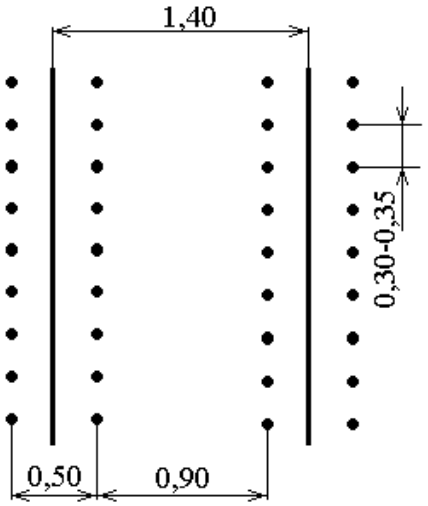


Рис. 6.6. Схема посадки капусти білоголової

Догляд за посівами полягає в систематичному розпушуванні міжрядь, зрошенні, фертигації, боротьбі з бур'янами, шкідниками і хворобами.

Після висаджування розсади міжряддя розпушують на глибину 6-8 см. За вегетаційний період проводять ще 2 - 3 культивації міжрядь, збільшуючи глибину розпушування до 12 - 14 см. До змикання рослин в рядках роблять вручну 1 - 2 прополювання. В умовах зрошення хороші результати отримують при підгортанні рослин після поливів для кращого утворення додаткової кореневої системи рослин.

Зрошення. Капуста білоголова – одна з найбільш вимогливих культур до вологості ґрунту. Ранні сорти більш вимогливі до вологи порівняно з пізніми. Для рослин капусти нижній рівень оптимальної вологості ґрунту в пе-

ріод від висаджування розсади до утворення розетки складає 80 % НВ. У період утворення головок вологість не повинна бути нижче 90 % НВ.

Для пізньої капусти нижній рівень оптимальної вологості ґрунту у період від висаджування до зав'язування головок складає 75 % НВ. У період від зав'язування головок до початку їх дозрівання необхідно підтримувати більш високу вологість ґрунту – не нижче 80 % НВ. Нерівномірне забезпечення вологою у цей період викликає розтріскування головок після проведення поливу.

Залежно від фази розвитку рослин протягом вегетаційного періоду змінюється і глибина зволоження відповідно до глибини розповсюдження основної маси кореневої системи. У перший період вегетації – до початку утворення головок глибина зволоження складає 25-30 см, у другий період – після зав'язування головок глибина зволоження збільшується до 35-40 см. Відповідно до цього змінюється і величина поливної норми.

При вирощуванні ранньої капусти для підтримання вологості ґрунту в оптимальному діапазоні 80-100 % НВ у шарі ґрунту до 30 см величина поливної норми у перший період вегетації складає 55 $м^3$/га, у період утворення головок – 70 $м^3$/га. Для пізніх сортів капусти оптимальний діапазон вологості ґрунту складає 75-100% НВ. Поливна норма у перший період вегетації – 90 $м^3$/га, у другий, при передполивній вологості ґрунту 80 % НВ і глибині зволоження 40 см, відповідно 100-110 $м^3$/га. Частота поливів визначається фазою розвитку рослин, погодними і ґрунтовими умовами, передполивною вологістю ґрунту.

Удобрення. Для формування врожаю капуста білоголова використовує значно більше поживних речовин, ніж інші овочеві культури. На 10 т врожаю капуста використовує 41 кг азоту, 14 – фосфору та 49 кг калію.

Для отримання високого врожаю капусти велике значення мають органічні добрива, що сприяють відновленню структури ґрунту, поліпшують водно - фізичні властивості (водопроникність, вологоємкість).

Значно підвищують урожайність капусти і мінеральні добрива. Особливо багато їй потрібно азоту і калію. При нестачі азоту змінюється забарвлення нижнього ярусу листків – від зеленого до рожевого, при нестачі фосфору листки стають фіолетовими, калію – нижні листки відмирають.

При вирощуванні ранньостиглих сортів під оранку вносять на чорноземах мало- і середньогумусних – 20 - 40 т/га перегною і мінеральні добрива $N_{90}P_{90}K_{90}$. При вирощуванні середніх і пізньостиглих сортів на чорноземах малогумусних вносять 30-50 т/га гною і $N_{110-130}P_{60-90}K_{45-60}$. На темно-каштанових ґрунтах Степу ефективне внесення 40-50 т/га гною і $N_{80-110}P_{40-70}K_{25-45}$. Дози мінеральних добрив уточнюють у кожному випадку залежно від ґрунтових умов, зрошення, удобрення, родючості ґрунту.

Мінеральні добрива протягом вегетації вносять і з поливною водою. Перше підживлення капусти проводять у фазі розетки листків в дозі $N_{20}K_{20}$, а друге – у період зав'язування головок – $N_{20}P_{20}K_{20}$.

З азотних добрив використовують сечовину, сульфат амонію, із калійних – хлористий і сірчанокислий калій, калійно-магнієвий концентрат, і із фосфорних застосовують амофос, діамофос, що крім фосфору містять і азот.

6.6. Цибуля ріпчаста

Біологічні особливості. Цибуля ріпчаста – дворічна холодостійка рослина родини цибулевих. Її вирощують в однорічній культурі з насіння і дворічній з сіянки.

Насіння починає проростати при температурі +3 - 5 °С. Вона дуже чутлива до бур'янів, особливо на ранніх стадіях розвитку. Інтенсивно розвивається при доброму освітлені, а також при достатньому і регулярному зрошенні. Сім'ядолі чутливі до заморозків, справжні листки витримують зниження температури до -3 - 6 °С, але їх верхівки при цьому жовтіють і відмирають. Оптимальна температура для проростання насіння цибулі +18 -20 °С. Сходи з'являються на 15-18 день, а при температурі нижче +10 °С – на 20-25 день. Ріст рослин і формування врожаю найкраще проходить при температурі +18-+22 °С. За нижчої температури корені цибулини розвиваються швидше, ніж листки. Підвищення температури до +30 - 35 °С затримує ріст та розвиток рослин.

Основною біологічною особливістю цибулі ріпчастої є те, що при порівняно сильному розвитку листової маси вона має слаборозвинену кореневу систему. Стрижневий корінь цибулі незабаром після проростання відмирає і утворюється невелика кількість бічних корінців (25-30 шт.). Вони не проникають глибоко в ґрунт і знаходяться, в основному, в орному шарі. Крім того, ці корінці мають мало кореневих волосків, що призводить до слабкої здатності засвоювати елементи живлення з ґрунту. Це зумовлює високу вибагливість цибулі до родючості ґрунту.

Сорти і гібриди цибулі ріпчастої поділяють на гострі (з підвищеним вмістом цукру і ефірних олій і меншою кількістю води в цибулина), солодкі і напівгострі (з більш соковитими цибулинами і меншим вмістом ефірних олій і цукру). За тривалістю вегетаційного періоду вони поділяються на скоростиглі (до 100 днів), середньоранні (101-115), середньостиглі (116-130) і середньопізні (понад 130 днів).

Догляд за посівами полягає в систематичному розпушуванні міжрядь, зрошенні, фертигації, боротьбі з бур'янами, шкідниками і хворобами.

Перше розпушування міжрядь на глибину 3-4 см проводять культиватором після появи 2-3 справжніх листочків. Наступні міжрядні обробітки виконують систематично після появи сходів бур'янів у міжряддях і утворення ґрунтової кірки. Глибина розпушування 3 - 5 см. Посіви утримують в незабур'яненому стані протягом усього вегетаційного періоду.

Зрошення. Високу урожайність цибулі можна отримати тільки при зрошенні. Цибуля ріпчаста одна з найбільш вимогливих овочевих культур щодо забезпечення вологою, оскільки її коренева система досить слабка, особливо в період формування цибулин. Найбільше вологи потребує вона у фазі 6 - 7 листків.

При диференційованому підтриманні вологості ґрунту досягається найбільший ефект. У перший період вегетації – від сходів до утворення цибулин,

кили накопичується основна маса листків, необхідно підтримувати вологість ґрунту не нижче 85 % НВ, у період формування цибулин вологість ґрунту на рівні 80 % НВ хоча і забезпечує високий врожай проте погіршує його зберігання у зимовий період. Тому в цей період і в період дозрівання цибулин краще підтримувати вологість на рівні 70 % НВ. За 20 днів до повного дозрівання цибулин поливи припиняють.

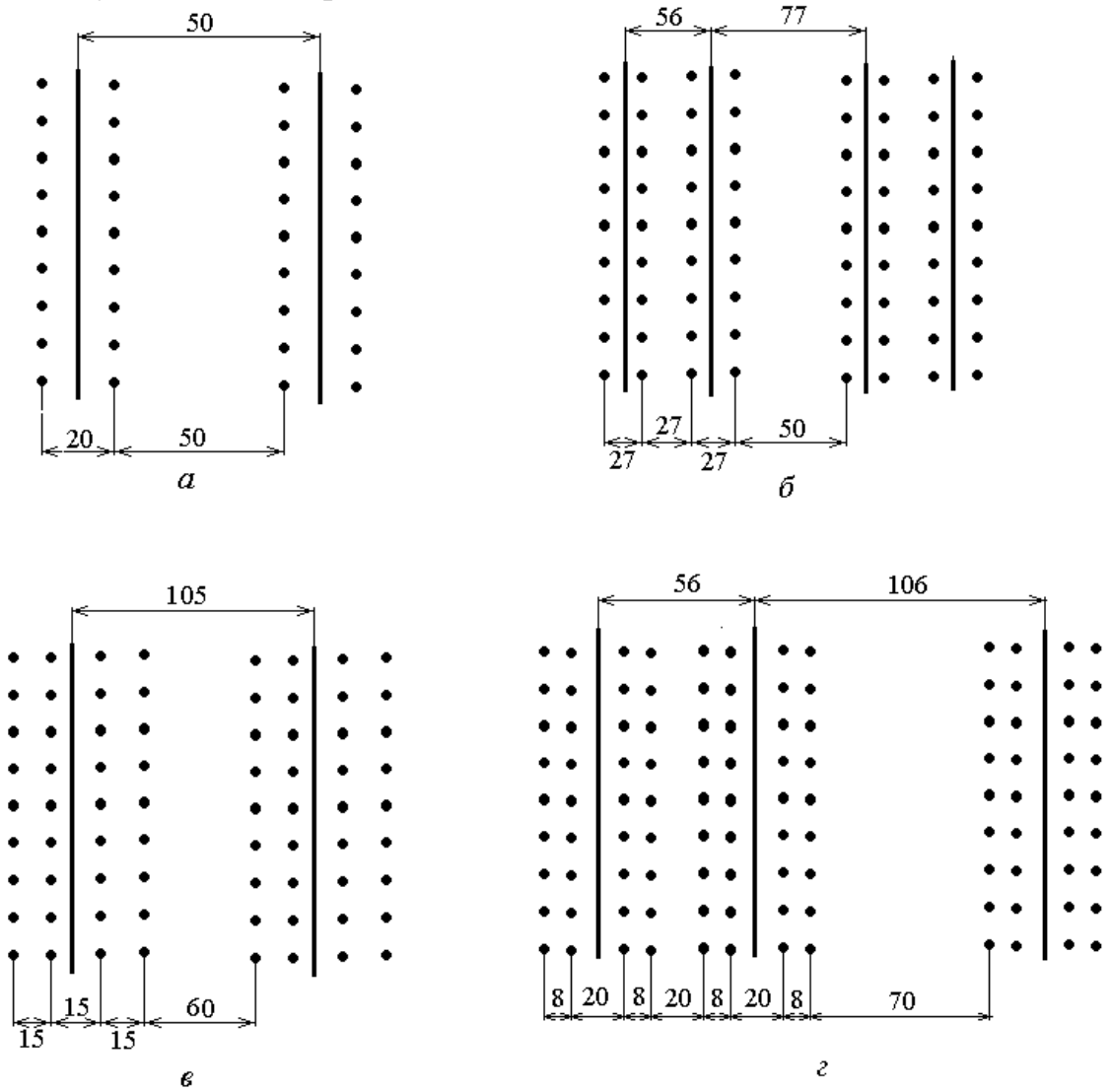


Рис. 6.7. Схема посадки цибулі ріпчастої (см).

Протягом всього вегетаційного періоду змінюють глибину зволоження ґрунту: до з'явлення в рослин цибулі другого листка ґрунт зволожують на глибину до 20 см, у фазі 3-4 листків і пізніше – до глибини 30 см. Залежно від передполивної вологості, глибини зволоження, а також схеми сівби змінюється і величина поливної норми.

Величина поливної норми при схемі висіву 27+27+27+50 см і розміщенні поливних трубопроводів у центрі крайніх міжрядь (рис. 6.7*б*) складає близько 70-75 м^3/га, при схемі 15+15+15+60 см і розміщені поливного трубопроводу у центрі середнього меншого міжряддя (рис. 6.7*в*) – 60-65 м^3/га. Аналогічна норма при схемі сівби 8+20+8+20+8+20+8+70 см (рис. 6.7*г*).

У період формування і дозрівання цибулин величина поливної норми при другій схемі складає 170-180 $м^3$/га, а при третій і четвертій – 100-110$м^3$/га (див. рис. 6.7.).

Залежно від конкретних погодних умов за вегетаційний період проводять 8 - 12 поливів.

Удобрення. З урожаєм 10 т продукції з гектара цибуля виносить близько 44 кг азоту, 12 кг – фосфору і 21 кг – калію. Основну масу поживних речовин вона використовує в другій половині вегетаційного періоду, коли розпочинається формування цибулин. Найбільше вона потребує азоту, але при надлишковому азотному живлені в другій половині вегетаційного періоду можлива затримка достигання цибулин. Найбільшу кількість азоту цибуля використовує в перший, а калію – у другій половині вегетаційного періоду. Фосфор споживається рівномірно.

Органічні добрива (20-40 т/га) рекомендується вносити під попередник, а безпосередньо під цибулю бажано внести 20 т/га перегною під оранку і мінеральні добрива в дозі $N_{120}P_{60}K_{60}$ на 1 га. При внесені тільки мінеральних добрив їх норму підвищують до $N_{150}P_{180}K_{120}$. Повну норму фосфорних і калійних добрив краще вносити восени. Цибуля не переносить високої концентрації ґрунтового розчину, тому азотні добрива рекомендується вносити не одноразово, а у вигляді підживлення з поливною водою.

Для фертигації рекомендується дворазове підживлення: перше – у фазі 2 - 4 листків ($N_{20}P_{10}K_{10}$), друге – на початку утворення цибулин ($P_{20}K_{20}$).

Цибуля також добре реагує на внесення мікроелементів – марганцю і кобальту.

6.7. Буряки столові

Біологічні особливості. Буряки – дворічна рослина родини лободових. Буряки столові – холодостійка рослина. Насіння буряків починає проростати при температурі +5 °С, сходи з’являються через 14-15 днів після сівби; при температурі +10 - 11 °С сходи з’являються через 10-12 днів, а при +15 - 18 °С через 5-6 днів після сівби. Сходи буряків менш холодостійкі, ніж інші коренеплідні рослини. Вони пошкоджуються заморозками (-3 - 4 °С). Із появою справжніх листків рослина більш стійка до низьких температур. Найбільш сприятлива для росту коренеплоду температура +15 - 23 °С.

Буряки столові – рослина довгого дня. В роки з затяжною холодною весною в результаті тривалого впливу низьких температур і довгого дня спостерігається утворення цвітухи. Культура порівняно посухостійка і світлолюбна. При недостатньому освітленні у буряків різко знижується урожайність.

Коренева система буряків може проникати на глибину до 2,5 м і до 1,0-1,5 м в ширину. Незважаючи на це, буряки достатньо вологолюбна рослина, особливо в період від сходів до початку інтенсивного росту коренеплоду. Пояснюється це великою листовою поверхнею. Найбільше вологи в ґрунті він потребує в період проростання насіння та зав’язування коренеплодів.

Сорти і гібриди буряка столового за тривалістю вегетаційного періоду від появи сходів до технічної стиглості поділяють на скоростиглі (до 100 днів), середньостиглі (101-120 днів) та пізньостиглі (понад 120 днів).

Схеми посадки при вирощуванні буряків столових застосовують такі:

- однорядкову, широкосмугову з міжряддям 45 см (рис. 6.8*а*);
- дворядкову 20+50 або 25+45 (рис. 6.8*б*);
- трирядкову 30+30+30+50 (рис. 6.8*в*)

Смугові дворядкові і багаторядкові схеми сівби є найефективнішими при використанні краплинного зрошення.

Догляд за посівами полягає в систематичному розпушуванні міжрядь, зрошенні, фертигації, боротьбі з бур'янами, шкідниками і хворобами.

Після появи сходів маячної культури або повних сходів буряків столових проводять перший міжрядний обробіток на глибину 5-6 см. У фазі двох справжніх листочків (фаза вилочки) посіви при необхідності просапують у рядках і проривають, формуючи густоту 300-350 тисяч рослин на гектарі.

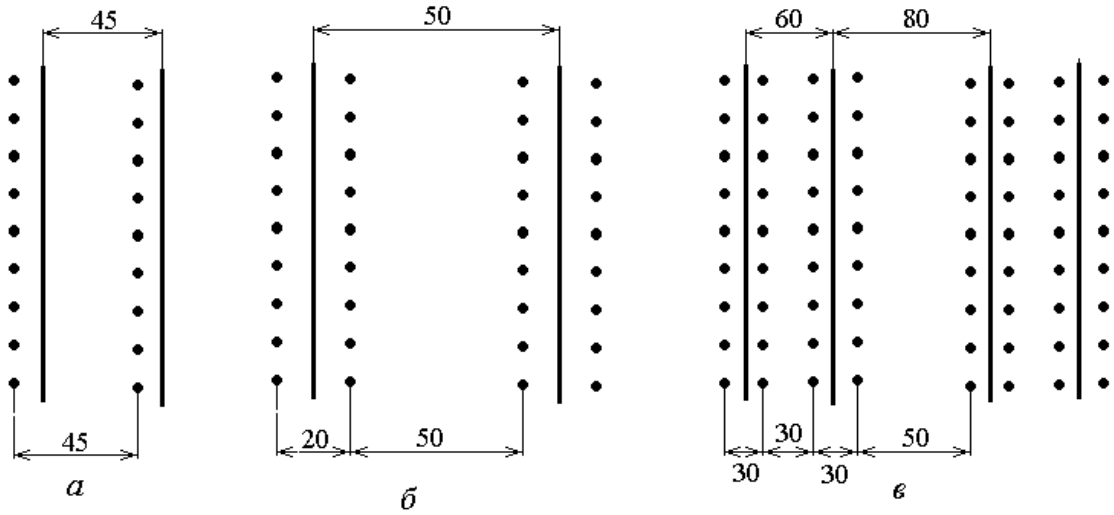


Рис. 6.8. Схема посадки буряків столових (см)

Міжрядні обробки проводять при ущільнені ґрунту, збільшуючи поступово глибину розпушування до 10-12 см.

Зрошення. Високу урожайність коренеплодів буряків столових в зоні нестійкого та недостатнього зволоження можна отримати тільки при зрошенні. У середньо посушливі роки зрошення підвищує його урожайність у 1,5-2 рази. Високий врожай можна отримати при проведенні післяпосівного поливу і підтримці вологості ґрунту не нижче 80-75 % НВ у період від сходів до утворення коренеплодів.

В період формування і росту коренеплодів вологість ґрунту повинна підтримуватись на більш низькому рівні – 70-75 % НВ. Глибина зволоження визначається фазою розвитку рослин: у перший період ґрунт необхідно зволожувати до глибини 20-25 см, у другий (утворення коренеплодів) до 40-50см.

Величина поливної норми, частота поливів і тривалість міжполивного періоду залежить від фази розвитку рослин, схеми сівби, погодних умов, схеми розміщення поливних трубопроводів.

При схемі сівби 30+30+30+50 см (рис. 6.8*в*) і розташуванні поливних трубопроводів у середині крайніх рядків величина поливної норми в перший період вегетації складає 100-120 $м^3$/га, у другий, в зв'язку з необхідністю збільшення зони зволоження, а також проведення поливу при більш низькій передполивній вологості ґрунту, величина поливної норми збільшується, досягаючи 200-220 $м^3$/га.

Удобрення. Буряки столові використовують порівняно багато поживних речовин з ґрунту, особливо азоту та калію. На утворення 10 т врожаю коренеплодів вони споживають 27 кг азоту, 15 – фосфору і 43 кг калію. На чорноземах звичайних і південних буряки столові реагують, в першу чергу, на фосфорні добрива. Часто вміст фосфору на цих ґрунтах мінімальний. На чорноземах звичайних та південних оптимальною дозою добрив є внесення перед оранкою врозкид $N_{90}P_{60}K_{120}$ або навесні N_{30} на 1 га під передпосівний обробіток. При локальному внесені основного добрива рекомендується вносити його в дозі $N_{45}P_{30}K_{60}$. Буряки столові добре реагують на внесення мікроелементів, зокрема марганцю і бору.

У вегетаційний період підживлюють рослини, вносячи мінеральні добрива з поливною водою. Перше підживлення у дозі $N_{20}P_{20}K_{30}$ проводять тоді, коли з'являються 3-4 пари справжніх листочків. Друге – через 20-25 днів після першого у дозі $N_{35}K_{60}$.

6.8. Морква

Біологічні особливості. Морква – дворічна холодостійка рослина помірного клімату родини селерових. При весняній сівбі, в умовах низьких додатних температур насіння її проростає при +2 - 4 °С через 25-30 днів, при +4 - 5°С через 12-18 днів, а при +10 - 15 °С через 9-10 днів. Оптимальна температура для проростання насіння моркви +18 - 20 °С, при якій сходи з'являються через 4-5 днів. Сходи витримують заморозки до -3 - 4 °С і гинуть тільки при їх тривалому періоду -6 - 7 °С.

Морква повільно росте, особливо після сходів. Повільний розвиток зумовлюється тим, що в цей період у рослини посилено росте стрижневий корінь, який випереджає розвиток листової поверхні. При відносно невеликій величині асиміляційного апарату (500 - 800 $см^2$) коренева система використовує для живлення значний об'єм ґрунту. Коріння рослин проникає в ґрунт до 2,0 - 2,5 м і поширюється в діаметрі до 0,7 - 0,8 м.

Морква швидше росте при довгому світловому дні. Рослини погано переносять затінення, при загущених посівах і запізненні з прополюванням вони сильно витягуються. Після утворення вегетативної маси розпочинається інтенсивне наростання коренеплоду. Практично врожай моркви створюється в останню четверть вегетаційного періоду.

Сорти і гібриди моркви за тривалістю вегетаційного періоду поділяють на ранньостиглі до 100 днів, середньостиглі 101-120, пізньостиглі понад 120 днів.

Догляд за посівами полягає в систематичному розпушуванні міжрядь, зрошенні, фертигації, боротьбі з бур'янами, шкідниками і хворобами.

Перше розпушування міжрядь на глибину 5 - 6 см проводять після того, як з'являються сходи маячної культури та при появі бур'янів. Другий міжрядний обробіток проводять на глибину до 10 см у фазі 5-ти справжніх листочків. Далі, протягом вегетації ґрунт підтримують в розпушеному стані. Для цього проводять 4 - 5 міжрядних розпушування лапами - бритвами, стрільчатими та долотоподібними робочими органами на глибину 10 - 12 см.

Зрошення. Морква – відносно посухостійка культура. Найбільше вимоглива до вологи на початку розвитку – від сходів до початку формування коренеплодів. Вологість ґрунту в цей період повинна бути не менше 80 % НВ. Зниження вологості ґрунту нижче вказаної величини впливає на урожайність моркви. Під час формування і росту коренеплодів вологість підтримують у межах 70 - 100 % НВ. Поливна норма в перший період вегетації – від сходів до формування коренеплодів складає 70 – 75 $м^3$/га. В період формування і росту коренеплодів, у зв'язку із збільшенням глибини зволоження, вона збільшується до 200 – 220 $м^3$/га.

В цілому режим зрошення моркви подібний до режиму зрошення буряків столових. Крім того, при пересиханні ґрунту тканини коренеплоду моркви старіють і при новому надходженні вологи поновлюється ріст внутрішніх його шарів, що спричиняє розтріскування коренів. Ці біологічні особливості необхідно враховувати при визначенні строків поливу моркви.

Удобрення. По відношенню до поживних речовин морква серед овочевих культур займає одне із перших місць. З 10 т продукції морква виносить з ґрунту 24 кг азоту, 10 кг фосфору і 40 кг калію. Елементи живлення протягом вегетації використовуються нерівномірно. При недостатній кількості азоту затримується ріст листків; фосфор сприяє підвищенню цукристості, калій збільшує ніжність тканин. Рослини моркви потребують мікроелементи – залізо, марганець, сірку. Найінтенсивніше поживні речовини засвоюються в період посиленого росту коренеплодів.

Органічні добрива безпосередньо під цю культуру не вносять оскільки їх внесення погіршує товарні якості коренеплодів. Під попередник вносять 40-60 т/га органічних добрив.

Залежно від кліматичних умов та фізико-хімічних властивостей ґрунту під моркву вносять на Лівобережному Лісостепу $N_{90}P_{90}K_{90}$, Правобережному Лісостепу $N_{60}P_{90}K_{90}$ і в Степу $N_{90}P_{120}K_{90}$. Фосфорні та калійні добрива вносять під зяблеву оранку, азотні – під передпосівну культивацію.

Морква добре реагує на внесення в рядки під час сівби гранульованого суперфосфату (50-70 кг/га). Враховуючи те, що коренеплоди моркви засвоюють відносно багато хлору, під неї необхідно вносити калійну сіль. Вона збільшує не тільки урожайність, але і покращує якість продукції.

У вегетаційний період мінеральні добрива вносять з поливною водою у вигляді підживлення. Перше підживлення проводять у фазі 3-4-х листків у дозі N_{20}, і друге – у фазі початок формування коренеплодів – технічна стиглість у дозі $P_{30}K_{20}$. Для підживлення застосовують добре розчинні добрива.

Концентрація розчину мінеральних добрив 8 г/дм^3 при внесені дво- або трикомпонентного добрива.

6.9. Кабачки

Біологічні особливості. Кабачки – різновид гарбуза твердого. Це теплолюбна трав'яниста рослина з добре розвиненою кореневою системою. Відрізняється компактним і міцним кущем, великими п'ятипалими листками зі слабким опушенням черешків, великою кількістю жіночих квіток, високою скоростиглістю і урожайністю. Плоди подовжені або злегка вигнуті, за кольором – зелені (від світло-зелених до темно-зелених), смугасті або жовті (золотисті). Відрізняються високими смаковими якостями, лікувальними і дієтичними властивостями.

Насіння проростає при температурі +8 - 10 °С. Найкращою для його проростання є температура +22 - 27 °С. При сприятливих умовах сходи з'являються через 7 - 8 днів після сівби. Кабачки відносно стійкі до холоду. Вони витримують короткочасне зниження температури до +5 °С. Заморозків не переносить.

Кабачки – скоростигла культура, їх коренева система має високу всмоктувальну силу, що спричиняє забезпеченню рослини водою, проте високі врожаї дає при своєчасних поливах. При систематичному збиранні недозрілих плодів, з'являються нові зав'язі. За період плодоношення, при систематичних зборах недозрілих плодів, на одній рослині формується 6-8 плодів товарної якості загальною масою 3-5 кг. В їжу споживають молоді зав'язі у віці 7 - 12 днів, коли насіння знаходиться ще в зародковому стані і м'якоть ніжна.

За тривалістю вегетації сорти кабачків поділяють на ранньостиглі до 50 днів, середньорання 51 - 60, середньостиглі більше 60 днів.

смугова 90+50×50 см.

Догляд за посівами полягає в систематичному розпушуванні міжрядь, зрошенні, фертигації, боротьбі з бур'янами, шкідниками і хворобами.

Після того, коли з'явились сходи і позначились рядки, проводять перше розпушування і знищення бур'янів у міжряддях культиваторами на глибину 6-8 см. Другий міжрядний обробіток на глибину 8-10 см проводять тоді, коли утворюється на рослині перший справжній листочок, третій – перед початком утворення першого міжвузля на глибину 12-14 см. Четвертий обробіток за необхідністю. Ручні прополювання в рядках проводять одночасно з розпушуванням міжрядь. При першій і другій прополках сходи проривають.

Зрошення. Кабачки – посухостійка культура. Відносна посухостійкість пояснюється головним чином, добре розвиненою кореневою системою. Водночас кабачки споживають багато води і дуже чутливі до зрошення. Оптимальні умови для росту і розвитку рослин створюються при підтримці вологості ґрунту протягом усього вегетаційного періоду не нижче 75-80 % НВ.

Поливи розпочинають при утворенні перших листків. З початком квітування поливи на короткий час припиняють, відновляючи їх при зав'язуванні плодів. Величина поливної норми залежить від схеми висіву, розташування

поливних трубопроводів, передполивної вологості ґрунту і змінюється протягом вегетації.

При смуговій сівбі, коли поливні трубопроводи розміщують у центрі смуги, у перший період вегетації – від сівби до цвітіння – величина поливної норми для зволоження ґрунту на глибину 25-30 см складає 60 - 70 $м^3$/га, у другий період вегетації для зволоження шару 0 - 40 см величина поливної норми збільшується до 100 - 120 $м^3$/га.

Удобрення. Кабачки чутливі до внесення органічних і мінеральних добрив. Під основну зяблеву оранку вносять 20 т/га органічних добрив, суперфосфату 300 - 400 кг/га, калійної солі 200 - 300 кг/га. Азотні добрива вносять перед сівбою 100 - 150 кг/га під культивацію, або у вигляді двох підживлень по 50 кг/га у фізичній масі.

6.10. Картопля

Біологічні особливості. Картопля належить до родини пасльонових. Розмножається, в основному, вегетативно, бульбами. Нормально розвинена рослина – це кущ, кількість стебел на якому залежить від материнської бульби. Умови розвитку рослин картоплі значною мірою визначають рівень її продуктивності. Біологічні особливості картоплі потребують пухких ґрунтів. Ці умови базуються на механічній дії бульб на ґрунт під час їх росту. Кращими ґрунтами для картоплі є легкі супіщані та піщані.

Проростання бульб, ріст і розвиток рослин, їх продуктивність залежить від температурного режиму ґрунтів. Проростають бульби при температурі ґрунту на глибині 10 см +7 - 8 °С, а вищі температури скорочують до сходовий період. Оптимальна температура для проростання – +18 - 22 °С. Висадження не пророщеного матеріалу в непрогрітий ґрунт затягує появу сходів до 30 - 50 днів. Оптимальною температурою періоду сходи-бутонізація є +17 - 21 °С, а він в ранніх сортів продовжується до 18 - 20 днів. Для фази квітування температурний оптимум складає +18 - 25 °С, а при наростанні температури процес квітування послаблюється і при +27 °С – зупиняється. Бульбоутворення найінтенсивніше відбувається при середньодобовій температурі +16 - 18 °С, при +20 °С – сповільнюється, при +29 °С і вище – зупиняється.

При температурі повітря більше +42 °С припиняється ріст фітомаси, так як на дихання рослин витрачається більше продуктів асиміляції, ніж утворюється в процесі фотосинтезу.

Картопля – пластична культура, що розвивається як при довгому, так і при короткому світовому дні.

Потреба картоплі у воді різна протягом вегетаційного періоду. У період сходів та в кінці вегетаційного періоду потреба у воді мінімальна. Найбільша потреба у воді є у так званий критичний період по відношенню до вологості ґрунту, коли нестача води призводить до значного зниження урожайності бульб. Відповідальним періодом формування врожаю картоплі є фаза бутонізації та кінець квітування.

Сумарне водоспоживання складає на півдні в різні за вологозабезпеченістю роки залежно від сорту, строку посадки, способу поливу від 2100 до 4100м^3/га, із якої приблизно половина йде на транспірацію. Мінімальні значення характерні для краплинного способу поливу, максимальні – для дощування та поверхневого способу поливу в посушливі роки.

За скоростиглістю сорти картоплі поділяють на п'ять груп: ранньостиглі (період вегетації 80-100 днів), середньоранні (101-115 днів), середньостиглі (116-125 днів), середньопізні (126-140 днів) і пізні (більше 140 днів).

Догляд за посадками полягає в систематичному розпушуванні міжрядь, зрошенні, фертигації, боротьбі з бур'янами, шкідниками і хворобами.

Після садіння і до появи сходів для боротьби з бур'янами і ґрунтовою кіркою на 7-8 день проводять перший до сходовий обробіток комбінованим агрегатом, а через 8 - 10 днів після першого – другий і тільки з'являться масові сходи – обробіток з присипанням рослин на 1 - 2 см. За висоти рослин 10 - 12см розпушують міжряддя. Перше підгортання роблять, коли рослини досягають висоти 18 - 20 см, а друге – перед змиканням міжрядь.

Протягом вегетації спостерігають за заселенням рослин *колорадським жуком* та його *личинками* і пошкодженням хворобами. Відповідно з цим проводять заходи по їх захисту.

Зрошення. За інтенсивністю водоспоживання вегетаційний період картоплі має три періоди: від посадки до початку бутонізації; від початку бутонізації до кінця квітування; від кінця квітування до збирання врожаю. На першому етапі деяка нестача вологи відіграє навіть позитивну роль, оскільки сприяє росту кореневої системи і проникнення її в глибші шари ґрунту. Важливішим є другий (критичний) період. У який починається утворення бульб, інтенсивно росте картоплиння і рослини потребують великої кількості вологи і поживних речовин.

Різна інтенсивність водоспоживання картоплі в періоди вегетації вимагає підтримання різної вологості ґрунту в розрахунковому шарі, який при краплинному зрошенні складає 40 - 50 см. Вологість ґрунту від садіння до масових сходів не повинна бути нижчою 70-75 % НВ. При вирощуванні картоплі в літніх посадках в цей період необхідно проводити до сходові поливи через кожні 3 - 4 дні невеликими нормами для підтримання вологості ґрунту в шарі 0-20 см на рівні 80 % НВ.

Від масових сходів до початку бутонізації вологість ґрунту необхідно підтримувати у межах 75 - 85 % НВ. В критичний період – від початку бутонізації до кінця квітування вологість ґрунту в шарі 0 - 45 см повинна бути в межах 80-90 % НВ, оскільки в цей час (15 - 20 днів) залежно від сорту, картопля накопичує від 30 до 80 % всього врожаю. За 8 - 10 днів до викопування поливи припиняють. Вологість ґрунту при збиранні врожаю картоплі не повинна знижуватись нижче 60 - 65 % НВ, так як при низькій вологості ґрунту затрудняється збирання врожаю та спостерігається пошкодження картоплі грудками.

Удобрення. У південному регіоні, в умовах зрошення, органічні добрива необхідно вносити восени під оранку в розмірі 30 - 40 т/га, або заорювати

сидерати масою 15 - 20 т/га. Мінеральні добрива, норми яких залежать від забезпеченості ґрунту поживними речовинами і наступним виносом елементів живлення з урожаєм, вносять не менше $N_{90}P_{90}K_{90}$.

Якщо добрива розрахунковою нормою внесені восени, необхідність у підживлені виникає лише в умовах затяжної весни з великою кількістю опадів. У цьому випадку вносять 30 - 40 кг/га азоту у перший період вегетації. Якщо ж восени добрива не внесені, або внесені в недостатній кількості, їх потрібно внести навесні одночасно з посадкою, зменшуючи норму порівняно з основним внесенням вдвічі.

Доцільно при посадці використовувати і місцеві добрива: пташиний послід, рослинний попіл тощо.

При вирощуванні ранніх сортів картоплі ґрунт повинен мати достатню кількість азоту, фосфору, калію, магнію. Тому картоплю за два тижні до квітування підживлюють аміачною селітрою суперфосфатом і калімагнезією.

В цілому внесення мінеральних добрив проводять в три етапи: під культивацію, локально при садінні, з поливною водою.

6.11. Сади сім'ячкові

Найбільшого розповсюдження в промислових садах в Україні серед сім'ячкових отримали яблуні, але великі площі серед садів займають і груші, особливо цінні осінні і зимові сорти.

Організація території саду. Основною територіальною частиною саду є квартал і клітки. Квартали містять окремі породи і сорти дерев, а клітини ділянки, де ведуть одночасно полив.

При закладці саду його розбивають на квартали, передбачають розташування доріг і гідротехнічних споруд, виділяють місця під бригадні двори, створюють садозахисні смуги вітроломні лінії, влаштовують огорожі. Крім того, планують розташування плодосховищ, пунктів упаковки і переробки плодів, складів добрив і пестицидів.

Розташування кварталів необхідно узгоджувати з проектом зрошення, щоб поливати одночасно окремі квартали. Всередині квартал розділяють на чотири, п'ять і більше кліток. Довжина ряду в клітці не повинна перевищувати 100-120 м. Між клітками в кварталі створюють переривчасті прогалини і дороги.

Обрізка – один із найбільш дійових прийомів, що впливають на ріст і плодоношення дерев. Її ділять на два види: укорочення і проріджування. При *укорочуванні* зрізають частину гілки чи пагона. Воно сприяє проростанню нижче розташованих бруньок і обростанню обрізаних гілок. *Проріджування* – це повне видалення річного приросту або багаторічних гілок для кращого освітлення і підвищення фотосинтетичної продуктивності листя. Кращий строк обрізки дерев – рання весна. Однак її можна здійснювати пізньої осені після листопаду і взимку при температурі повітря не нижче -5 °С. Обрізку необхідно закінчити до початку розпускання бруньок.

Режим зрошення. Для отримання високої ефективності зрошення необхідно уже в молодому саду створювати оптимальні умови вологозабезпеченості дерев, тобто підтримувати вологість в кореневмісному шарі не нижче 70 % НВ. Дякуючи цьому закладаються основи високих і стійких врожаїв в майбутньому, а також скорочується непродуктивний період життя дерев. В молодих садах в зв'язку з неглибоким заляганням кореневої системи потрібно частіше проводити поливи порівняно невеликими нормами. Так в цей період при суцільному зволоженні ґрунту в південних районах України в посушливий період зрошувальна норма складає 1800 - 2200 $м^3$/га, а при краплинному зрошенні, коли зволожується тільки 8-10 % площі, в залежності від метеорологічних умов року до 300 $м^3$/га [18].

З підвищенням щільності посадки дерев зростає витрата зрошувальної води, що пов'язано з установкою більшої кількості водовипусків, збільшенням площі зволоження ґрунту, яка в інтенсивних садах на карликових підвоях складає 30 - 40 % фактичної площі живлення рослин.

В плодоносних яблуневих садах південного Степу України в середні за кількістю опадів роки вологість ґрунту весною не завжди досягає рівня найменшої вологоємкості і запаси доступної вологи невеликі. При утриманні ґрунту під чорним паром в посадках зимових сортів яблуні починати поливи в посушливі роки необхідно в середині-кінці травня, у вологі – в середині кінці червня. Затримка з поливами може призвести до пригнічення росту пагонів і листя, тому при відсутності опадів необхідно їх проводити регулярно в залежності від швидкості витрачання вологи.

Літні сорти яблуні витрачають менше вологи, чим зимові (в середньому 75 % по відношенню до зрошувальної норми зимових сортів) [18].

Груша за своїми біологічними особливостями здатна формувати потужну, глибоко розташовану кореневу систему і краще, чим яблуня, використовує запаси ґрунтової вологи. Однак в умовах степової зони, де достатньо тепла і світла для вирощування особливо цінних осінніх і зимових сортів, дерева груші потерпають от недостатку доступної вологи і відрізняються невисокою продуктивністю. Дослідженнями встановлено, що в умовах південно-східного Степу України при утриманні ґрунту під чорним паром в середній за забезпеченістю атмосферними опадами рік в посадках літніх сортів груші необхідність в поливах настає в середині-кінці липня [18]. Однак, якщо в осінньо - зимовий період випадає недостатня для глибокого зволоження ґрунту кількість атмосферних опадів, поливи необхідно розпочинати в середині або в кінці травня.

При задернуванні ґрунту в саду багаторічними травами кількість і частоту поливів необхідно збільшувати.

Удобрення саду включає передпосадкове окультурення ґрунту, внесення добрив для молодих і плодоносних садів та підживлення. Норми, строки і способи внесення добрив залежать від рівня родючості ґрунту, водних, фізичних, хімічних і агротехнічних його властивостей, забезпеченості основними елементами живлення і вологою, системи утримання і продуктивності насаджень.

Для створення підвищеного поживного режиму в тому шарі ґрунту, де будуть розташовані корені дерев, необхідно здійснювати передпосадкову заправку ґрунту органічними і мінеральними добривами. Органічні добрива вносять по 40 - 60 т/га в залежності від родючості ґрунту. При визначенні норм фосфорних і калійних добрив для внесення перед посадкою саду або його продуктивний період виходять із забезпеченості ґрунту цими елементами живлення з розрахунком доведення їх вмісту до оптимального рівня. Для цього використовують результати агрохімічного аналізу ґрунту, а також дані про витрату добрив.

Передпосадкове удобрення ґрунту дозволяє не вносити органічні, фосфорні і калійні добрива до входу дерев в пору промислового плодоношення, а можливо і більш тривалий період, про що будуть свідчити дані аналізу ґрунту. Тому в молодих садах вносять тільки азотні добрива: на другий або третій рік після посадки їх потрібно вносити по 30 - 45 кг/га, а в наступні роки – по 45 - 60 кг/га в залежності від родючості ґрунту і щільності посадки.

У плодоносних дерев потреба в поживних речовинах збільшується в зв'язку з формуванням врожаю, тому удобрення в цей період повинне бути найбільш повним і регулярним. При цьому особливу увагу приділяють внесенню органічних добрив, без яких неможливо підтримувати запаси органічної речовини ґрунту – основу її родючості. Органічно - мінеральна система добрив не тільки збагачує ґрунт саду поживними речовинами, але і забезпечує покращення фізичних властивостей, підсилює мікробіологічну активність, сприяє збереженню і підвищенню вмісту гумусу.

В умовах чорного пару гній або компост вносять по 30 - 40 т/га періодично: на зв'язних ґрунтах – через 3 - 4 роки, на легких – через 2 - 3 роки. В зрошуваних садах в міжряддях висівають сидеральні культури на зелене добриво або утримують ґрунт під задернінням багаторічних трав, що замінює внесення органічних добрив [35].

Норми мінеральних добрив в плодоносних садах визначають з врахуванням продуктивності насаджень, типу ґрунту і забезпеченості його поживними речовинами. Норми азоту підвищують до 120-150 кг/га, при цьому з задернінням саду вносять на 30 кг/га більше, чим при чорному пару. Якщо вміст фосфору і калію в ґрунті в плодоносному саду оптимальний, то ці види добрив вносять із розрахунку компенсації виносу елементів живлення деревами за вегетацію відповідно 20-45 і 45-90 кг/га, при низькій забезпеченості норми збільшують, при високій – добрива не вносять.

Найбільш високу віддачу від добрив можна отримати в тому випадку, якщо при їх внесені забезпечується контакт з кореневою системою дерев. Одним із прогресивних способів внесення мінеральних добрив є одночасне їх внесення з поливною водою (фертигація). Удобрювальне зрошення дозволяє забезпечити рослини поживними речовинами і водою протягом вегетації у відповідності з фізіологічними потребами культур. Для удобрювальних поливів придатні добре розчинні добрива.

Частіше всього удобрювальні поливи в садах проводять азотними добривами. В першій половині вегетації проводять 2-3 підживлення, використо-

вуючи за один прийом 20 - 30 кг/га азоту. Введення маточного розчину добрив у зрошувальну мережу на ґрунтах важкого механічного складу проводять в другій половині поливу, легкого – в кінці, для зменшення втрат азоту від вимивання в глибокі горизонти. Після кожного удобрювального поливу систему промивають чистою водою протягом 15 хв. для запобігання забруднення водовипусків. Рідкі комплексні добрива вносять в ґрунт після попереднього її зволоження в перший половині поливу, так як фосфор добрив відрізняється слабкою рухомістю в ґрунті. Із зрошувальною водою при проявлені ознак недостатку мікроелементів вносять їх солі в концентрації 0,05 - 0,15 %.

Регулярні поливи, як і інші агротехнічні прийоми, не можуть запобігти заселення садів шкідливими організмами, тому з ростом небезпеки пошкодження рослин з'являється виробнича необхідність в здійснені спеціальних захисних заходів.

6.12. Сад кісточковий

Найчастіше в інтенсивному садівництві серед кісточкових вирощують: вишні, сливи, черешні, абрикоси, персики. Організація саду і заходи по догляду за плодовими деревами кісточкових такі ж самі як і у сім'ячковому саду.

Режим зрошення. Вважають, що кісточкові культури менш вимогливі до вологи, чим сім'ячкові. Це припущення основане на тому, що в кісточкові значна раніше спіють, і в період, після збирання врожаю, який у ранньоспілих сортів буває дуже тривалим, вологи витрачається менше. Однак, в дослідах [35] від 60 до 100 % дефіциту водоспоживання черешні приходиться на другу половину літа і початок осені (липень - вересень). При зрошенні водоспоживання кісточкових близьке до водоспоживання сім'ячкових порід. Посуха як на початку, так і в другій половині літа часто призводить до масового осипання листя і плодів кісточкових порід. Особливо різко виявляється дефіцит вологи в другій половині вегетації на якість плодів цих культур, зокрема персиків. Вони не набувають нормальних розмірів, смаку і забарвлення, стають не соковитими і гіркуватими, м'якоть погано відділяється від кісточки, з'являється груба опушеність. Пожовтіння і осипання основної маси листя ускладнює після збирання врожаю накопичення асимілянтів і знижує зимостійкість дерев. В зв'язку з цим ефективність зрошення кісточкових садів висока.

Висока ефективність зрошення може бути досягнута при регулярному проведенні поливів у відповідності з потребою дерев у волозі протягом всієї вегетації. Як і в сім'ячкових садах, зрошення повинне забезпечувати вологість ґрунту в межах 70 - 100 % НВ. На важких суглинкових ґрунтах при локальному способі зрошення оптимальним є більш високий поріг передполивної вологості ґрунту – 80 % НВ,

В кісточкових садах, після збирання врожаю, без помітної шкоди для майбутнього врожаю можна підтримувати більш низький рівень вологості

ґрунту, що дозволяє зменшити кількість води і енергоресурсів при поливах. Однак, припинення поливів в цей період негативно впливає на їх ріст, майбутній врожай і зимостійкість. Іноді непотрібність поливів в цей період обґрунтовують можливістю появи вторинного росту паростків і не визрівання тканин. Вторинний ріст може розпочатись в тому випадку, якщо період інтенсивного росту (травень - липень) був перерваний в результаті посухи. При регулярному ж зрошенні, що забезпечує постійну наявність доступної вологи в ґрунті (від 60 до 100 % НВ), тривалість і закінчення росту пагонів не залежить від рівня зволоження ґрунту, що підтримується у другій половині вегетації. В той же час, достатня вологозабезпеченість в цей період перешкоджає передчасному старінню листя і збільшує період активного фотосинтезу, що позитивно впливає на подальшу диференціацію квіткових бруньок, потовщення штамба, осінній ріст кореневої системи. Дерева накопичують достатню кількість поживних речовин, що забезпечують добру підготовку рослин до зими, а навесні наступного року – кращий ріст листя і пагонів, утворення зав'язі.

Режим зрошення кісточкового саду повинен складатись з врахуванням природних і кліматичних умов території, складу, віку і стану насаджень та інших факторів. Дерева кісточкових порід, особливо персика, дуже чутливі до недостатку вологи після посадки. Тому в перший рік вегетації при відсутності опадів поливи необхідно проводити через 5 - 7 днів. В подальшому до початку плодоношення дерев в Лісостепу і північному Степу оптимальний режим вологості ґрунту забезпечують 8 - 10 поливів, норма поливу складає – 30 - 40 л/м^2 зони зволоження, витрата води за вегетацію – 500 - 800 м^3/га.

6.13. Ягідники

Вирощування ягід на півдні України розвивається інтенсивним шляхом на підставі розширення і концентрації посадок поблизу промислових і курортних центрів для забезпечення населення ягодами в свіжому і замороженому вигляді. Основні ягоди, що вирощують в Україні: полуниця, смородина, малина, аґрус.

Тривалий час широке застосування краплинного зрошення в кущах ягідниках стримувалось через конструктивні не доопрацювання окремих вузлів системи, дефіциту якісних полімерних матеріалів. Із застосуванням сучасних технологій, ця проблема вирішена і полив ягідних культур здійснюють аналогічно з поливом овочевих (локальний смуговий полив).

Вибір і підготовка ділянки. Під ягідники відводять рівні площі, або пологі схили (до 3°). Ягідники не можна розташовувати в замкнутих впадинах. Більше всього підходять чорноземні ґрунти, легкосуглинкові і супіщані. Не придатні – важкі, слабко проникні, засолені і з високим вмістом карбонатів ґрунти.

Ділянку під ягідник розбивають на поля сівозміни, поля – на квартали. Оптимальний розмір поля 3 - 15 га, кварталу – 1 - 2 га. В степовій зоні України для захисту від суховіїв східних і південно-східних вітрів закладають са-

дозахисні смуги, а також вітроломні лінії із тополі туркестанської і китайської за 4-5 років до посадки ягідних культур.

Полуниця – це основна ягідна культура. Вона займає до 50-60 % загальної площі ягідників. Щоб уникнути накопичення шкідників, хвороб, бур'янів і зменшення засолення ґрунту, полуницю необхідно вирощувати в сівозміні: 1 поле – чорний пар; 2 – полуниця молода; 3-4 – полуниця плодоносна; 5 – ячмінь або озима пшениця на зерно.

Найбільш розповсюджений спосіб розмноження полуниці – отримання розсади укоріненням розеток, що утворюються на вусах рослин безпосередньо в маточниках. Посадочний матеріал вирощують на здорових і чистих маточних насадженнях, закладених безвірусним посадочним матеріалом. Розсаду висаджують в першій декаді весняно-польових робіт в щілини, нарізані спеціальним маркером через 1 м, в рядку – через 25 см. При такій схемі посадки на 1 га висаджують 40 тис. шт. розсади. Разом з посадкою рослин розкладають поливні трубки і здійснюють перший полив.

Після висадки в рядках за рахунок укорінення розеток формують смуги шириною 40-45 см. Дякуючи широкосмуговому вирощуванню полуниці, збільшується кількість її рослин і за рахунок цього підвищується врожайність в перші два роки плодоносіння.

Протягом вегетації ґрунт в міжряддях розпушують 8-10 раз. Перше і останнє розпушування виконують на глибину 8-10 см, а інші – на 5-6 см. В рядах проводять 3-4-кратну прополку, не допускаючи заростання їх бур'янами.

Глибина розповсюдження кореневої системи на плантаціях полуниць не більше 30-40 см. Протягом літа вологість ґрунту в шарі 0-50 см підтримують на рівні не нижче 70-80 % НВ. В районах з недостатнім природнім зволоженням перший раз поливають вже в середині-кінці травня, тобто у фазу квітування рослин.

Пізно восени для зменшення вимерзання молодих рослин в зимовий період мульчують ґрунт перегноєм або торфом. Для захисту від весняних заморозків на плантації розкладають кучі із соломи (100 шт. на 1 га) або використовують димові шашки.

Для закриття вологи і згрібання відмерлого листя насадження полуниці рано весною обробляють легкими боронами. Зібране листя спалюють.

Смородина займає 20-30 % загальної площі ягідників. Розрізняють смородину чорну і червону. Смородину розмножують одерев'янілими і зеленими черешками (живцями).

Широко розповсюджений спосіб розмноження смородини одерев'янілими черешками, які заготовляють з апробованих, здорових і чистосортних маточних посадок. Для цього використовують добре розвинені однорічні прикореневі пагони, які ріжуть на черешки довжиною 18-20 см. Для підвищення приживання черешків і збільшення виходу стандартних саджанців застосовують передпосадкове укорінення.

Смородину також можна розмножати відводками. Для цього прикореневі паростки пригрібають, укладають на відстань не ближче 10 см один від

одного в приготовлені канавки глибиною 8-10 см. Після відростання із бруньок паростків висотою 10-15 см, проводять перше підгортання, через 2-3 тижні – друге. Для покращення утворення коренів відводки необхідно своєчасно поливати. Восени їх викопують і розділяють на окремі рослини. Недорозвинені висаджують в шкілку для дорощування.

Смородину висаджують восени в кінці жовтня – початку листопаду. Приживлюваність саджанців при осінній посадці значно вище, чим при весняній, через ріст коріння восени і ранньою весною. Смородину висаджують з міжряддям 3 м, відстань між рослинами в рядах – 0,5 - 0,75 м. На 1 га висаджують при схемі 3×0,75 м – 4,5 тисяч кущів, а при 3×0,5 м – 6,7 тисяч.

Високі і стабільні врожаї смородини, навіть при підборі високоврожайних сортів, можливо отримати тільки при правильному формуванні і обрізанні посадок. Без обрізки або неправильному її проведені кущі загущуються, ягоди дрібніють, урожайність знижується.

Протягом вегетації систематично розпушують ґрунт в міжряддях і в рядках, не допускають заростання їх бур'янами. Першу весняну і останню осінню культивацію проводять на глибину 10-12 см, літні – на 5-6 см.

Чорна смородина – одна з найбільш вологолюбних ягідних культур. Вона недостатньо засухостійка і витривала. В південній зоні плодівництва України посадки смородини чорної в літній період часто потерпають від високих температур і сухості повітря, а в окремі періоди вегетації під впливом великої жари відмічають передчасне жовтіння і усихання листя і надземної частини куща. Особливо зазнають негативної дії високих температур рослини першого року посадки. Слаборозвинена коренева система саджанців смородини не в змозі забезпечити достатньою кількістю вологи інтенсивну транспірацію листя. В результаті відбуваються фізіологічні порушення в регуляції вологообміну, перегрів листя і загибель рослини. Тому для боротьби з посухою і забезпечення стійких врожаїв необхідно систематично зрошувати плантації смородини.

Недостаток вологи в будь-яку із фаз росту негативно відбивається на її продуктивності. Особливо необхідні поливи в так звані критичні фази, які у чорної смородини співпадають з періодом зеленої зав'язі і достигання ягід. Важливо також поливати смородину і після збирання врожаю, що створює умови для кращого формування і закладки квіткових бруньок. Середня багаторічна зрошувальна норма для півдня України при краплинному зрошенні для чорної смородини складає 1000 $м^3$/га (10-12 поливів з міжполивними періодами від 7 до 20 днів) [18].

Смородина червона – перспективна ягідна культура. Відрізняється високою врожайністю, засухостійкістю і значно краще пристосована до вирощування в південних районах, чим смородина чорна.

Аґрус займає 8-10 % загальної площі ягідників. Аґрус – одна із найбільше урожайних і посухостійких ягідних культур. Якщо в більш вологих північних і західних районах України вирощуванню аґрусу перешкоджає дуже сильне пошкодження *мучнистою росою*, то в степових районах він поражається

в меншій мірі. Це створює передумови для успішного вирощування і розширення площ аґрусу на зрошуваних землях в південних районах.

Вирощування саджанців, догляд за дорослими рослинами і поливи аґрусу аналогічні до смородини.

Малина в степових районах займає 10 % загальної площі ягідних культур. В найбільш сприятливих районах вона досягає 27-30 %. Найчастіше малину розмножають кореневими паростками, рідше – розділенням куща і кореневими черешками.

Малину краще всього висаджувати восени з шириною міжрядь 2,5-3,0 м, а в рядках – через 40-50 см. Стандартний саджанець повинен мати добре розвинену кореневу систему довжиною не менше 10-15 см. Після посадки рослини поливають, ґрунт в рядках мульчують перегноєм, а неземну частину зрізають врівень з поверхнею ґрунту. Протягом вегетації ґрунт 8-9 раз розпушують культиватором і 3-4 рази прополюють в рядках.

Малина плодоносить на паростках минулого року. Тому при обрізанні враховують двохрічний період розвитку паростків. Через рік після посадки до початку вегетації вирізають слабкі і пошкоджені паростки, залишаючи на плодоносіння тільки сильні на відстані 12-15 см один від одного. Одночасно з проріджуванням укорочують верхівки паростків до добре розвинутих бруньок. Із кореневих паростків в рядках формують смуги шириною 50-60 см.

Двохрічні пагони, що вже відплодоносились, краще вирізати не в зимово-весняний період, а зразу після закінчення збирання врожаю, не залишаючи пеньків. В цьому випадку створюються більш сприятливі умови для розвитку нових плодоносних паростків не наступний рік.

Малину доцільно поливати при зниженні вологості ґрунту до 80 % НВ в першу половину вегетації і до 70 % НВ – в другу. Розрахунковий шар ґрунту приймають в межах 0,3 - 0,6 м.

6.14. Виноградники

Найбільша кількість виноградників в Україні розташована на півдні (Одеська, Миколаївська, Херсонська області і Автономна Республіка Крим) і Закарпатті, де зосереджено 96 % загальної площі виноградників.

Режим зрошення. Основу раціонального режиму зрошення виноградників на півдні України складають вологозарядкові і вегетаційні поливи. Вологозарядкові поливи, як правило, здійснюють в період покою винограду (восени або рано навесні), створюючи запаси вологи в глибоких шарах ґрунту для забезпечення доброї перезимування кущів і їх розвитку в початковий період вегетації. Вегетаційні поливи забезпечують оптимальне водоспоживання винограду у період вегетації. Для забезпечення доброї продуктивності кущів винограду в південному Степу України необхідно в період від початку руху соку до достигання ягід за допомогою поливів підтримувати вологість в метровому шарі ґрунту в межах не нижче: для пісків – 50 %, для чорноземів південних супіщаних – 60, чорноземів південних легкосуглинкових – 65, середньо - суглинкових – 70, важко - суглинкових – 75 % НВ.

В залежності від метеорологічних умов вегетаційні поливи необхідно розпочинати в середині червня (кінець квітування). Припиняють поливи за 3-4 тижні до збирання врожаю винограду.

Залежно від типу ґрунту на молодих виноградниках (1 - 2-річних) здійснюють 5 - 8 вегетаційних поливів краплинним способом нормою від 40 до 70 $м^3$/га і осінню вологозарядку нормою 180 - 200 $м^3$/га. Вегетаційні поливи припиняють на початку серпня, щоб однорічні паростки добре визріли. Вологозарядковий полив проводять в кінці вегетації.

На плодових виноградниках перші поливи (до квітування) проводять підвищеними нормами (60 - 100 $м^3$/га). В період квітування виноград не поливають. Найбільшу кількість поливів (6 - 7) проводять в фазу росту ягід. Припиняють поливати при настанні помітного достигання (пом'якшення) ягід, відновлюють – після збирання врожаю.

6.15. Краплинне зрошення овочів в теплицях

Теплиця – основний і найбільш досконалий вид великогабаритної культиваційної споруди з прозорою крівлею, що призначена для все сезонного вирощування овочів та інших сільськогосподарських культур. Це можливо так як в теплицях всі фактори росту і розвитку рослин (світловий, тепловий, повітряний, водний, поживний, сольовий режими та інші) створюють і регулюють, у відгороджених від природи приміщеннях, тобто рослини культивують в техногенних умовах. В теплицях, дякуючи їх замкнутості і регулюванню факторів життя рослин, є можливість створити оптимальні грунтово-меліоративні і мікрокліматичні умови протягом всього року. Створення оптимальних умов і культивування рослин цілорічно дозволяє отримувати в теплицях врожай в 10-20 разів більший в порівнянні з відкритим ґрунтом при зрошенні.

Сучасні тепличні комбінати розміщують в основному навколо великих міст, а також в південних районах для постачання овочами населення північних районів. Будівництво тепличних комбінатів пов'язано в першу чергу, з використанням теплоти ТЕЦ, ДРЕС, АЕС, теплових відходів промислових підприємств та термальних вод.

За способом вирощування сільськогосподарських культур теплиці поділяють на *ґрунтові*, в яких рослини вирощують на ґрунтових сумішах, і *безгрунтові – гідропонні*, в яких для вирощування рослин використовують штучні субстрати.

Регулювання вологості ґрунту та повітря у відповідності з біологічними особливостями рослин, температурою та освітленістю – важливі фактори, що впливають на врожайність сільськогосподарських культур в теплицях.

Оптимальна вологість ґрунту повинна бути до початку плодоносіння 65-70 % НВ, а в період плодоносіння 75-90 % НВ.

Природні джерела світла, тепла, повітря, незважаючи на замкнутість культиваційних приміщень, все ж впливають на світловий, тепловий і повітряний режими в теплицях, як протягом сезонів року, так і на різних широтах.

Тому навіть при повному регулюванні водного і поживного режимів це необхідно враховувати.

Поливна норма залежить від періоду вегетації та особливостей культури. При вирощуванні розсади вона складає 3 - 4 л/м^2. При вирощуванні огірків поливна норма коливається від 2 - 3 в січні до 5 - 6 л/м^2 в червні, для томатів – від 5 - 8 в лютому, до 10 - 12 л/м^2 в червні.

В ясну погоду, коли транспірація рослин вище, ніж у похмуру і поверхня ґрунту більше випаровує вологи, поливи проводять частіше. Так, в січні огірки поливають 10 - 12 разів, а в період з червня по серпень 27 - 30. Під час плодоносіння огірки поливають після полудня, щоб краще зволожити ґрунт і зміцнити ріст плодів вночі.

Особливістю вирощування в теплицях є обмеженість ґрунтового шару, а разом з ним і поживних речовин. При застосуванні гідропонних систем ґрунтового шару взагалі немає. Тому в таких умовах важливим елементом є подача не чистої води, а поживного розчину. Концентрацію і склад поживних речовин розраховують, на підставі їх споживання безпосередньо рослинами без всякого накопичення на майбутнє. Поряд з основними поживними речовинами необхідно вносити всі макро- і мікроелементи, так як у обмеженому ґрунтовому покриву їх недостатньо, а гідропонних субстратах їх взагалі немає.

Так як культури в теплиці вирощують в обмеженому ґрунтовому просторі, то і при краплинному зрошенні зволожується не частина, а весь наявний ґрунт чи гідропонний субстрат, тобто частка живлення рослин не враховується при розрахунках поливних норм.

Контрольні запитання:

1. *Що необхідно впроваджувати поряд зі зрошенням для збільшення врожаїв сільськогосподарських культур?*
2. *Які біологічні особливості вирощування томатів?*
3. *Які вимоги до вологості ґрунту при вирощування томатів?*
4. *Які можуть бути схеми посадки і поливу томатів?*
5. *Що таке мульчування?*
6. *Які повинні бути оптимальні межі вологості ґрунту для томатів?*
7. *Які вимоги до добрив при фертигації?*
8. *Які біологічні особливості вирощування огірків?*
9. *Які застосовують схеми посадки огірків?*
10. *Які особливості поливного режиму огірків?*
11. *Які біологічні особливості вирощування перцю солодкого?*
12. *Які способи вирощування перцю застосовують?*
13. *Які особливості поливного режиму перцю?*
14. *Які біологічні особливості вирощування баклажан?*
15. *Які особливості поливного режиму баклажан?*

16. *Які біологічні особливості вирощування капусти білоголової?*
17. *Чому капуста одна із найвибагливіших культур до вологості ґрунту?*
18. *Чому при вирощуванні цибулі застосовують спарені і 4-кратні поливні смуги?*
19. *Чому столові буряки і моркву при їх стійкості до посухи рекомендують поливати?*
20. *Які біологічні особливості вирощування кабачків?*
21. *Основні біологічні особливості вирощування картоплі.*
22. *Які основні сім'ячкові і кісточкові культури вирощують в зрошуваних садах України?*
23. *Які основні територіальні частини саду виділяють?*
24. *Яка основна особливість режиму зрошення саду?*
25. *Чому необхідно поливати кісточкові і ягідні культури після збирання врожаю?*
26. *Які основні ягідні культури вирощують на зрошуваних землях України?*
27. *Які особливості зрошуваного режиму виноградників?*
28. *Що таке теплиця і як вона впливає на розвиток рослин?*
29. *Чому водний і поживний режими в теплицях залежать від навколишніх умов?*
30. *Що представляє собою гідропонне вирощування овочевих культур?*

ЗАКЛЮЧЕННЯ

Краплинне зрошення в сучасних умовах господарювання є не тільки способом зрошення, а й основним елементом технології вирощування фруктових і овочевих культур. Під системи краплинного зрошення розроблені спеціальні схеми посадки культур і обробітку ґрунту. Разом з поливною водою вносять мінеральні добрива та інші поживні речовини. Застосування систем краплинного зрошення дозволяє зменшити енергетичні, матеріальні і затрати праці на одиницю вирощуваної продукції. При незначних затратах води і додаткових затратах на створення технології вирощування можна отримати велику кількість додаткової сільськогосподарської продукції, що приводить до короткого строку окупності капітальних вкладень.

Одним із позитивних факторів застосування систем краплинного зрошення є використання невеликих зрошуваних ділянок, що потребує відносно невеликих загальних капітальних вкладень і вирішення проблеми з реалізації вирощеної продукції.

Застосування простих і дешевих полімерних матеріалів дають можливість весь час скорочувати затрати на влаштування і переобладнання зрошувальної мережі. Зараз дешевше використовувати одноразові системи тому, що зменшуються затрати на демонтаж і зберігання в міжполивний і зимовий період елементів зрошувальної мережі.

Краплинне зрошення є єдиним можливим способом поливу в умовах складного рельєфу, де виникає поверхневий стік з іригаційною ерозією, а також в умовах дефіциту водних ресурсів, через локальний спосіб зрошення.

З урахуванням викладеного, можна однозначно стверджувати, що в найближчі роки обсяги використання краплинного зрошення для інтенсифікації виробництва фруктів, ягід, винограду і овочів будуть постійно зростати, як за рахунок збільшення площ поливу сільськогосподарських культур, що є вже традиційними для краплинного зрошення, так і за рахунок розширення сфери його застосування для поливу нових сільськогосподарських культур – цукрових буряків, кукурудзи, соняшнику та інших технічних культур.

На сьогодні основні завдання розвитку краплинного зрошення полягають в зниженні матеріалоємності, капітальних затрат, закупорювання крапельниць і мікронасадок, підвищенні рівномірності розподілу води, експлуатаційній надійності. Ефективність використання води при застосуванні систем локального зрошення досягає 80 – 90%, що дозволяє зменшити на 30 – 40% затрати води в порівнянні з поливом по борознах (механізованим). При сучасному технічному рівні зрошувальних систем зниження енергоємності зрошення на 10 - 30% можна досягти за рахунок удосконалення процесу управління подачею води і водорозподілом на мережі з використанням інформаційно – дорадчих систем управління зрошенням.

Враховуючи високу вартість краплинного зрошення іноземного виробництва, необхідно розвивати науково-дослідні роботи вітчизняного виробництва, включаючи розробку вузла підготовки води, внесення мінеральних добрив, комплекту поливних трубопроводів з крапельницями, можливості використання для зрошення не тільки підземних, але і поверхневих вод.

До важливих факторів ефективного впровадження систем краплинного зрошення відносяться: якість води в джерелі, її трансформація на шляху до кореневої зони зрошуваних сільськогосподарських культур і вплив на роботу технічних засобів системи; ефективність роботи систем водоочищення, взаємозв'язок показників якості очищених вод з функціями оптимізації і надійності роботи систем.

Отже, підводячи підсумок, можна констатувати, що сучасний стан розвитку краплинного зрошення в Україні характеризується стійко сформованим розумінням не тільки науковцями, але й, насамперед, сільгоспвиробниками, того незаперечного факту, що краплинне зрошення – обов'язковий і високоефективний інструмент інтенсивного ведення виноградарства, садівництва й овочівництва. При цьому можна виділити такі характерні риси та складові цього процесу:

- наявність власної науково – методичної та виробничої бази. Щодо власної науково – методичної бази необхідно підкреслити, що в останні роки розроблені нормативні документи і рекомендації, у тому числі в Інституті гідротехніки і меліорації УААН, що регламентують проектування, будівництво й експлуатацію систем краплинного зрошення, технології вирощування овочевих культур у відкритому ґрунті при цьому способі поливу.

Що стосується власної виробничої бази, то тут необхідно підкреслити наступне. Україна мала раніше й має в своєму розпорядженні сьогодні достатні потужності та можливості для виробництва поліетиленових труб у новому асортименті. Завдяки зусиллям в останні роки Центром мікрозрошення ІГіМ налагоджено виробництво піщано – гравійних фільтрів власної розробки, й заводом „Електронмаш" (м. Нова Каховка) за завданням компанії „Уніфермаг", фірмою „Техносервіс" (м. Мелітополь) також власної конструкції.

Центром мікрозрошення ІГіМ розроблено й організовано виробництво промивачів для автоматизації промивання фільтрів, комплекту з'єднувальних деталей для плівкових трубопроводів з інтегрованими крапельницями, програматорів для керування процесом поливу, сітчастих фільтрів, технічних засобів механізації будівництва систем краплинного зрошення (безтраншейні укладальники трубопроводів, агрегат для зварювання труб у польових умовах). ТОВ „Аква Віта", що контролюється компанією АІК, у Криму налагоджено виробництво трубопроводів з інтегрованими крапельницями типу „АКВАГОЛ", „ГИДРОЛАЙТ" і „АКВА ПС НД".

Таким чином, сьогодні можна констатувати, що за винятком дистанційно – керованих клапанів, гнучких трубопроводів типу IFT і з'єднувальних деталей рознімних конструкцій діаметром 32 мм і більше, Україна має власне виробництво вузлів і деталей для систем краплинного зрошення. У поєднанні із присутністю на ринку краплинного зрошення України таких закордонних

виробників, як компанії “Netafim” (Ізраїль), “Eurodrip” (Греція), “T-Sistems” (США), “Queen Gill”, “Uralita” (Іспанія), “Kulker” (Франція), “AQUA-TRAXX”, “Dripline” (Італія) та ін. Це дає можливість розглядати насиченість ринку України різними технічними засобами для систем краплинного зрошення як сприятливу з погляду здорової конкуренції та наявності можливостей у сільгоспвиробника вибору оптимального за відношенням „ціна – якість” варіанта конструкції системи краплинного зрошення.

Крім наведених вище обставин, розширенню використання крапельного зрошення в Україні також сприятимуть:

– значна потреба в системах краплинного зрошення (за нашими оцінками понад 25 тис.га щорічно, у тому числі 5-7 тис.га садів і виноградників, решта - овочі);

– наявність і потенційне посилення відповідної держаної політики, орієнтованої на підтримку сільгоспвиробника, насамперед, засобами 1% збору від реалізації алкогольних напоїв, поліпшення умов кредитування за рахунок бюджетних компенсацій для оплати процентних ставок з кредитів, часткове погашення за рахунок бюджетних коштів плати за електроенергію на подачу води і т.д.;

– покрашення інвестиційного клімату – формування кредитно-податкової політики, як засобу підтримки ресурсозберігаючих екологічно безпечних технологій;

– створення і становлення українських компаній і фірм, які працюють у сфері краплинного зрошення („Terra Ltd”, „Уніфермаг”, „Техносервіс”, „Біолог”, „Аква Флора” й ін.), що привело до розширення і підвищення якості послуг;

– налагодження власного виробництва систем краплинного зрошення сезонної дії, що в першу чергу призведе до зниження вартості будівництва 1 га (з 2000 у.о. в 1998 році до 800-1000 у.о. – в 2003 році);

– наявність наукових шкіл і розширення можливостей наукових організацій у частині поглиблення і розширення наукових досліджень і впровадження наукових розробок у зв’язку з підйомом, що намітився, економіки й, відповідно, поліпшенням фінансування науки в Україні.

Зростанню обсягів використання краплинного зрошення також сприятиме розширення функціональних можливостей створюваних систем у частині внесення добрив, засобів захисту, хіммеліорантів, застосування їх для боротьби з весняними заморозками й атмосферними посухами (останнє більше стосується систем мікродощування) при одночасному підвищенні надійності їхньої роботи та зниження вартості обслуговування.

Але все-таки головним фактором, завдяки якому краплинне зрошення знаходить усе ширше застосування, є якісно новий рівень продуктивності вирощуваних за його допомогою сільськогосподарських культур.

ЛІТЕРАТУРА

1. Про меліорацію земель: Закон України. – Київ: № 1389 –XIV, 2000.
2. Автоматизация производственных процессов в гидротехнике и мелиорации / П.*К. Семенов, Б.А. Баховец, Я.В. Ткачук и др*. – К.: Урожай, 1981. – 96 с.
3. *Бальбеков Р.А., Бородычев В.В, Салдаев А.М. и др*. Новая система капельного орошения // Мелиорация и водное хозяйство. - № 4. – 2003. С.6-9.
4. *Блацау И.Н., Штефырца И.Г.* Оросительные мелиорации. Методические указания к лабораторно-практическим и самостоятельным занятиям по способам и технике полива сельскохозяйственных культур //. – Кишинев: Штиинца, 1988. – 70 с.
5. *Григоров М.С., Кузнецов П.И.* Перспективы применения капельного орошения в Волгоградской области // Мелиорация и водное хозяйство. - № 4. – 2003. – С.2-5.
6. ГОСТ 17.1.2.03-90. Охрана природы. Гидросфера. Критерии и показатели качества воды для орошения. – М.: Издательство стандартов, 1991. – 7 с.
7. *Дементьев В.Г*. Орошение. – М.: Колос, 1979. – 303 с.
8. ДСТУ 2730-94. Система стандартів у галузі охорони навколишнього середовища та раціонального використання ресурсів. Якість природної води для зрошення. Агрономічні критерії. – К.: Держстандарт України, 1994. – 14 с.
9. Европейская технология капельного орошения в овощеводстве / Методические рекомендации. - Каховка: „Чумак” - 2004. – 20 с.
10. Землеробство в умовах недостатнього зволоження (наукові та перспективні висновки). – К.: Аграрна наука, 2000. – 80 с.
11. В.А. Ковда: жизнь и научное наследие (к 100 -тию со дня рождения) / отв. ред. Г.*В. Добровольский*. М.: Наука, 2004. – 228 с.
12. Капельное орошение (пособие к СНиП 2.06.03-85) «Мелиоративные системы и сооружения». – М.: Министерство мелиорации и водного хозяйства СССР, 1986. – 150 с.
13. *Келлер Д., Кармели Д.* Проектирование систем капельного орошения (1-е изд.). – К.: Укргипроводхоз, перевод № 76/578, 1976. – 166 с.
14. *Коваленко П.І., Михайлов Ю.О.* Раціональне використання водних ресурсів при зрошенні. – К.: Аграрна наука, 1999. – 135 с.
15. *Колганов А.В., Бородычев В.В. Салдаев А.М., Дементьев А.В.* Система подготовки воды при капельном орошении // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия: Сб. науч. тр. / ФГНУ «РосНИИПМ». – М.: ЦНТИ «Мелиоводинформ», 2002. – С. 73-79.

16. *Костяков А.Н.* Основы мелиораций. 6-е изд., доп. и перераб. М.: Сельхозгиз, 1960. – 662 с.
17. Механизация полива: Справочник / *Штепа Б.Г., Косенко В.Ф., Винникова Н.В. и др*. – М.: Агропромиздат, 1990. – 336 с.
18. Новые способы орошения садов и виноградников / В.И. Клочко, А.Д. Лянной и др.; Под ред. *В.И. Водяницкого*. – К.: Урожай, 1987. – 216 с.
19. Обзорный каталог современного насосного оборудования. – Харьков: техномаш, 2005 – 284 с.
20. *Ольгаренко Г.В.* Перспективы развития технологий и техники орошения // Мелиорация и водное хозяйство. – № 3. – 2004. С. 30-33.
21. *Онопрієнко Д.М., Сахаров В.Д., Бондаренко М.Є.* Ефективність внесення добрив з поливною водою // Бюлетень інституту зернового господарства, № 4, 2000. – С. 56 – 59.
22. *Панасенко И.Н., Петров В.Б., Гагарин Э.И.* Изменение южного чернозема при капельном орошении // Почвоведение, – 1984. – № 4. – С. 62-70.
23. Посібник до ДБН В.2.4 Водоспоживання, режим зрошення сільськогосподарських культур і технологічне обґрунтування водозабезпеченості меліоративних систем. – К.: Державний комітет по водному господарству України і Інститут гідротехніки і меліорації УААН, 2001. – 54 с.
24. Проектирование закрытого горизонтального систематического дренажа на орошаемых землях. – Херсон.: ХСХИ, 1994. – 82 с.
25. Рекомендации по оценке пригодности воды, выбору капельниц, средств водоочистки и способов борьбы с засорением поливной сети систем капельного орошения. – Кишинев: Издательство «Тимпул», 1985. – 28 с.
26. *Ромащенко М.І., Балюк С.А.* Зрошення земель в Україні. Стан та шляхи поліпшення. – К.: Видавництво «Світ», 2000. – 144 с.
27. *Ромащенко М.І., Корюненко В.М., Каленіков А.Т.* Мікрозрошення сільськогосподарських культур. Стан перспективи та напрям використання // Сучасний стан, основні проблеми водних меліорацій та шляхи їх вирішення. – К.: Аграрна наука. – 2001. – С. 64-69.
28. *Ромащенко М.І., Корюненко В.М., Каленіков А.Т., Сторчоус В.М.* Мікрозрошення сільськогосподарських культур // Меліорація і водне господарство. – Міжнародний тематичний науковий збірник. Випуск 90. – К.: Аграрна наука – 2004. С.63-86.
29. *Ромащенко М.І.* Стан і перспективи розвитку крапельного зрошення для інтенсифікації садівництва й овочівництва // Журнал „Агроогляд”, – 2004. – № 12(39). – С. 21-24.
30. *Ромащенко М.І., Корюненко В.М.* Особливості застосування та експлуатації систем крапельного зрошення // Журнал „Агроном”,№2 – травень 2006. –С. 18 – 26.

31. *Ромащенко М.І., Корюненко В.М., Калєніков А.Т., Сторчоус В.М.* Мікрозрошення сільськогосподарських культур // Меліорація і водне господарство. – 2004. – Вип. 90. – с.63 – 86.
32. *Ромащенко М.И.* Состояние и основные направления развития водосберегающих способов полива // Оросительные мелиорации – их развитие, эффективность и проблемы. Материалы международной научной конференции. -Херсон, 1993. – С. 178 - 179.
33. *Семаш Д.П., Сторчоус В.Н., Семаш В.Д.* Пути совершенствования технологии капельного орошения плодовых культур // Оросительные мелиорации – их развитие, эффективность и проблемы. Материалы международной научной конференции. -Херсон, 1993. – С. 188 - 189.
34. Справочник по гидравлике / Под ред. *В.А. Большакова*. – К.: Вища школа, 1984. – 344 с.
35. Справочник по орошаемому садоводству / В.*И. Сенин, В.И. Водяницкий, Н.А. Барабаш и др.; Под ред. В.И. Сенина*. – К.: Урожай, 1992. – 192 с.
36. Технології вирощування овочевих культур при краплинному зрошенні в умовах України // За редакцією. академіка УААН *М.І. Ромащенка*. – К.: Інститут гідротехніки і меліорації УААН, 2006. – 123 с.
37. *Шемавньов В.І., Лазарева О.М., Грекова Н.В., та ін*. Овочівництво: Навчальний посібник / За ред. *Шемавньова В.І.,* Дніпропетровськ: ДДАУ, 2001. – 392 с.
38. Устройство закрытых оросительных систем: Трубы, арматура, оборудование: Справочник / *Дикаревский В.С., Татура А.Е., Фомин Г.Е., Якубчик П.П.; Под ред. Дикаревского В.С.* – М.: Агропромиздат, 1986. – 255 с.
39. *Щедрин В.Н.* Орошение сегодня: проблемы и перспективы. – М.: ФГНУ ЦНТИ «Мелиоводинформ», 2004. – 255 с.
40. *Щоткін В.А.* Крапельні системи – найбільш прогресивний спосіб зрошення. – Пропозиція, 2001, №6, - С.48-50.
41. *Ясониди О.Е.* Водосбережение при орошении / Новочеркасская государственная мелиоративная академия. – Новочеркасск, УПЦ «Набла» ЮРГТУ (НПИ), 2004. – 473 с.
42. *Нестерова Г.С., Зонн И.С., Вейцман Е.А*. Капельное орошение. – М., 1973.
43. *Слєпцов Ю.О*. І ще раз про краплинне зрошення. // Пропозиція, 2001, №12 – С.53.
44. *Ушкаренко В.О*. Зрошуване землеробство. К.: Урожай, 1994. 328 с.
45. *Toro Ag*. Catalogo irrigazione agricola. – Fiano Romano (Roma). Italy: Agricultural Irrigation. – 52 p.
46. *Threadgill E.* Chemigation // Conserving Energy, Water and other Resources Through Irrigation. Technical Conference Proceedings. – 1987.- p. 91 – 96.
47. Journal of Applied Irrigation Science. Vol. 31(2), October 1996, PP 155-163.

Д О Д А Т К И

Додаток А

Довжина стрічки Aqua TraXX при гарантованій однорідності емісії 85 і 90 %

ERA5XX04134 – витрата одного емітера 1,14 л/год, оптимальний тиск 0,7 бар, діаметр стрічки 5/8″ (16 мм), відстань між емітерами 10 см

Тиск, бар	Похил вздовж поливної стрічки											
	-2 %		-1 %		0		1 %		2 %		3 %	
	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %
0,5	62	44	78	59	101	81	119	96	127	102	129	104
0,6	67	49	82	62	102	81	118	94	126	101	129	104
0,7	71	52	85	65	102	81	117	93	125	100	129	104
0,8	74	55	87	67	103	81	115	93	124	99	128	103
0,9	77	58	88	69	103	82	115	92	123	98	127	103
1,0	79	60	90	70	103	82	114	91	122	98	126	102

ERA5XX0867 – витрата одного емітера 1,14 л/год, оптимальний тиск 0,7 бар, діаметр стрічки 5/8″ (16 мм), відстань між емітерами 20 см

Тиск, бар	Похил вздовж поливної стрічки											
	-2 %		-1 %		0		1 %		2 %		3 %	
	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %
0,5	77	51	107	79	159	126	195	157	203	163	200	155
0,6	86	59	115	85	160	127	193	155	203	163	203	161
0,7	93	65	120	90	161	127	191	153	202	163	204	163
0,8	99	71	125	94	161	128	189	152	202	162	205	165
0,9	104	75	128	98	162	128	188	151	200	161	205	165
1,0	109	79	131	101	162	129	186	149	199	160	205	165

ERA5XX1245 – витрата одного емітера 1,14 л/год, оптимальний тиск 0,7 бар, діаметр стрічки 5/8″ (16 мм), відстань між емітерами 30 см

Тиск, бар	Похил вздовж поливної стрічки											
	-2 %		-1 %		0		1 %		2 %		3 %	
	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %
0,5	83	54	126	89	207	164	260	209	262	207	251	169
0,6	95	63	136	99	208	165	257	207	265	212	259	197
0,7	105	71	144	106	209	166	255	205	266	214	264	206
0,8	113	78	151	112	210	166	253	203	266	214	266	211
0,9	121	84	157	117	210	167	251	201	265	214	268	214
1,0	127	90	161	122	211	167	249	200	265	213	269	215

ERA5XX1634 – витрата одного емітера 1,14 л/год, оптимальний тиск 0,7 бар, діаметр стрічки 5/8″ (16 мм), відстань між емітерами 40 см

Тиск, бар	Похил вздовж поливної стрічки											
	-2 %		-1 %		0		1 %		2 %		3 %	
	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %
0,5	87	55	139	96	250	198	316	254	312	239	391	52
0,6	100	65	152	108	251	199	315	254	318	251	304	198
0,7	112	74	163	117	252	200	313	252	321	256	312	234
0,8	122	82	171	125	253	200	310	250	322	258	317	246
0,9	132	89	178	132	253	201	308	247	322	259	321	253
1,0	140	96	185	138	254	202	306	245	322	259	323	257

ERA5XX0851 – витрата одного емітера 0,86 л/год, оптимальний тиск 0,7 бар, діаметр стрічки 5/8″ (16 мм), відстань між емітерами 20 см

Тиск, бар	Похил вздовж поливної стрічки											
	-2 %		-1 %		0		1 %		2 %		3 %	
	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %
0,5	81	53	120	86	192	152	239	193	244	194	236	172
0,6	92	62	130	92	193	153	237	191	246	197	242	187
0,7	101	69	137	101	193	154	235	189	246	198	245	194
0,8	109	76	143	107	194	154	232	187	245	198	247	197
0,9	116	82	148	112	195	154	230	185	245	197	248	199
1,0	122	87	152	115	195	155	229	183	244	196	249	200

ERA5XX1234 – витрата одного емітера 0,86 л/год, оптимальний тиск 0,7 бар, діаметр стрічки 5/8″ (16 мм), відстань між емітерами 30 см

Тиск, бар	Похил вздовж поливної стрічки											
	-2 %		-1 %		0		1 %		2 %		3 %	
	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %
0,5	86	55	138	96	250	198	316	355	312	240	290	52
0,6	100	65	152	108	251	199	315	253	318	251	304	197
0,7	112	73	162	117	251	200	312	251	321	256	312	234
0,8	122	82	171	125	253	201	310	249	322	258	317	246
0,9	131	89	179	132	253	201	308	247	322	259	321	253
1,0	140	96	185	138	254	201	306	246	322	259	323	257

ERA5XX1626 – витрата одного емітера 0,86 л/год, оптимальний тиск 0,7 бар, діаметр стрічки 5/8″ (16 мм), відстань між емітерами 40 см

Тиск, бар	Похил вздовж поливної стрічки											
	-2 %		-1 %		0		1 %		2 %		3 %	
	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %
0,5	89	56	150	101	301	239	383	308	367	258	325	50
0,6	104	66	167	115	302	240	383	308	378	289	351	62
0,7	117	76	180	127	304	241	381	307	384	301	365	75
0,8	130	85	192	137	304	242	379	306	387	308	375	274
0,9	141	93	202	146	305	243	377	304	389	311	381	291
1,0	151	102	210	154	306	243	375	302	390	313	386	301

ERA5XX0834 – витрата одного емітера 0,57 л/год, оптимальний тиск 0,7 бар, діаметр стрічки 5/8″ (16 мм), відстань між емітерами 20 см

Тиск, бар	Похил вздовж поливної стрічки											
	-2 %		-1 %		0		1 %		2 %		3 %	
	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %
0,5	86	55	138	96	250	198	316	255	312	240	290	51
0,6	100	64	152	107	251	199	315	253	318	251	304	197
0,7	112	74	162	117	252	200	313	252	321	256	312	234
0,8	122	82	171	125	253	201	310	250	322	258	317	246
0,9	131	89	178	132	253	201	308	247	322	259	321	253
1,0	140	96	185	138	254	202	306	246	322	259	323	257

ERA5XX1222 – витрата одного емітера 0,57 л/год, оптимальний тиск 0,7 бар, діаметр стрічки 5/8″ (16 мм), відстань між емітерами 30 см

Тиск, бар	Похил вздовж поливної стрічки											
	-2 %		-1 %		0		1 %		2 %		3 %	
	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %
0,5	89	56	154	103	325	258	414	332	391	81	331	50
0,6	105	66	173	118	326	259	415	334	404	303	369	61
0,7	119	76	188	131	328	260	414	333	412	320	388	73
0,8	132	86	200	142	329	261	412	332	417	329	400	272
0,9	144	95	211	152	329	262	410	330	420	334	408	304
1,0	155	103	220	160	330	262	407	328	422	337	414	318

ERA5XX1617 – витрата одного емітера 0,57 л/год, оптимальний тиск 0,7 бар, діаметр стрічки 5/8″ (16 мм), відстань між емітерами 40 см

Тиск, бар	Похил вздовж поливної стрічки											
	-2 %		-1 %		0		1 %		2 %		3 %	
	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %
0,5	91	56	163	106	392	311	498	395	449	77	104	49
0,6	107	67	186	124	393	312	501	402	473	96	397	60
0,7	123	78	204	139	395	313	502	404	487	358	440	71
0,8	138	88	221	153	396	315	502	404	496	381	462	82
0,9	152	98	234	165	397	316	500	403	502	393	477	96
1,0	164	107	246	176	399	316	499	402	506	401	487	345

ERA7XX0867 – витрата одного емітера 1,14 л/год, оптимальний тиск 0,7 бар, діаметр стрічки 7/8″ (22 мм), відстань між емітерами 20 см

Тиск, бар	Похил вздовж поливної стрічки											
	-2 %		-1 %		0		1 %		2 %		3 %	
	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %
0,5	88	55	146	99	280	223	357	287	346	256	313	50
0,6	102	65	161	112	282	224	356	287	354	275	333	63
0,7	115	75	174	124	283	225	354	285	359	284	345	241
0,8	127	84	184	133	284	225	352	283	362	289	353	266
0,9	137	92	193	141	285	226	350	281	363	291	358	277
1,0	147	100	200	148	285	227	347	279	363	292	361	284

ERA7XX1245 – витрата одного емітера 1,14 л/год, оптимальний тиск 0,7 бар, діаметр стрічки 7/8″ (22 мм), відстань між емітерами 30 см

Тиск, бар	Похил вздовж поливної стрічки											
	-2 %		-1 %		0		1 %		2 %		3 %	
	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %
0,5	90	56	160	105	365	290	465	370	428	78	106	49
0,6	106	67	181	122	367	291	467	375	447	308	392	60
0,7	122	77	198	136	368	292	467	376	458	347	422	71
0,8	136	87	213	149	369	293	466	376	465	362	439	84
0,9	149	96	226	160	370	294	464	374	470	371	450	305
1,0	161	105	237	170	372	295	462	372	473	376	459	340

ERA7XX1634 – витрата одного емітера 1,14 л/год, оптимальний тиск 0,7 бар, діаметр стрічки 7/8″ (22 мм), відстань між емітерами 40 см

Тиск, бар	Похил вздовж поливної стрічки											
	-2 %		-1 %		0		1 %		2 %		3 %	
	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %
0,5	91	56	168	108	440	349	556	436	481	75	102	49
0,6	109	67	193	126	442	351	563	448	517	93	127	59
0,7	125	78	214	143	444	352	566	454	537	114	462	69
0,8	140	89	232	158	445	354	567	456	550	408	499	81
0,9	155	99	248	172	447	355	566	456	559	430	521	93
1,0	169	109	262	184	447	356	564	454	565	442	536	106

ERA7XX2422 – витрата одного емітера 1,14 л/год, оптимальний тиск 0,7 бар, діаметр стрічки 7/8″ (22 мм), відстань між емітерами 60 см

Тиск, бар	Похил вздовж поливної стрічки											
	-2 %		-1 %		0		1 %		2 %		3 %	
	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %
0,5	93	57	176	111	572	454	704	515	157	74	99	49
0,6	110	68	205	131	575	457	722	558	595	90	121	59
0,7	127	79	232	151	577	458	732	578	650	106	144	69
0,8	144	90	256	168	579	460	738	588	681	124	171	79
0,9	161	101	277	185	581	461	741	594	700	146	595	90
1,0	177	112	296	201	583	463	742	596	715	517	639	101

ERA7XX0851 – витрата одного емітера 0,86 л/год, оптимальний тиск 0,7 бар, діаметр стрічки 7/8″ (22 мм), відстань між емітерами 20 см

Тиск, бар	Похил вздовж поливної стрічки											
	-2 %		-1 %		0		1 %		2 %		3 %	
	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %
0,5	90	56	156	104	338	268	431	345	404	79	326	49
0,6	105	66	175	119	340	270	432	347	419	308	378	60
0,7	120	76	191	133	341	271	432	348	428	330	399	72
0,8	134	86	205	144	342	272	430	346	433	341	413	86
0,9	146	95	216	155	343	272	428	345	436	347	422	309
1,0	157	104	226	164	344	273	426	343	439	351	429	327

ERA7XX1234 – витрата одного емітера 0,86 л/год, оптимальний тиск 0,7 бар, діаметр стрічки 7/8″ (22 мм), відстань між емітерами 30 см

Тиск, бар	Похил вздовж поливної стрічки											
	-2 %		-1 %		0		1 %		2 %		3 %	
	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %
0,5	91	56	168	108	449	349	556	436	481	75	101	49
0,6	108	67	193	126	442	351	563	448	517	93	127	59
0,7	125	78	214	143	444	352	566	454	537	114	462	69
0,8	140	88	232	158	445	354	566	456	550	408	499	81
0,9	155	98	248	172	447	355	566	456	559	429	521	93
1,0	169	108	262	184	448	355	564	454	565	442	536	106

ERA7XX1626 – витрата одного емітера 0,86 л/год, оптимальний тиск 0,7 бар, діаметр стрічки 7/8″ (22 мм), відстань між емітерами 40 см

Тиск, бар	Похил вздовж поливної стрічки											
	-2 %		-1 %		0		1 %		2 %		3 %	
	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %
0,5	92	57	174	110	530	421	659	497	162	74	99	49
0,6	110	68	202	130	533	423	673	527	580	90	122	59
0,7	127	78	227	148	535	425	680	541	619	108	147	69
0,8	143	89	250	166	537	426	684	547	642	127	524	79
0,9	159	100	269	182	538	428	686	551	658	465	583	90
1,0	175	110	287	196	540	429	686	552	669	502	612	101

ERA7XX2417 – витрата одного емітера 0,86 л/год, оптимальний тиск 0,7 бар, діаметр стрічки 7/8″ (22 мм), відстань між емітерами 60 см

Тиск, бар	Похил вздовж поливної стрічки											
	-2 %		-1 %		0		1 %		2 %		3 %	
	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %
0,5	93	57	180	112	690	548	821	158	152	73	98	49
0,6	111	68	212	133	693	550	852	619	188	88	119	59
0,7	129	79	241	154	696	552	871	669	693	104	140	68
0,8	146	90	269	173	699	555	883	693	767	121	163	78
0,9	163	101	294	191	700	556	891	707	806	138	188	88
1,0	180	112	316	209	702	558	896	714	831	157	216	99

ERA7XX0834 – витрата одного емітера 0,57 л/год, оптимальний тиск 0,7 бар, діаметр стрічки 7/8″ (22 мм), відстань між емітерами 20 см

Тиск, бар	Похил вздовж поливної стрічки											
	-2 %		-1 %		0		1 %		2 %		3 %	
	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %
0,5	91	56	168	108	440	349	556	436	418	75	102	49
0,6	108	67	193	126	442	351	563	448	517	93	127	59
0,7	125	78	214	143	444	352	566	454	537	114	462	69
0,8	140	88	232	158	445	354	567	456	550	408	499	81
0,9	155	98	248	172	447	355	566	456	559	430	521	93
1,0	169	108	262	184	448	356	564	455	565	442	536	106

ERA7XX1222 – витрата одного емітера 0,57 л/год, оптимальний тиск 0,7 бар, діаметр стрічки 7/8″ (22 мм), відстань між емітерами 30 см

Тиск, бар	Похил вздовж поливної стрічки											
	-2 %		-1 %		0		1 %		2 %		3 %	
	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %
0,5	92	57	176	110	572	454	704	515	157	74	99	48
0,6	110	68	205	131	575	457	722	559	595	89	120	59
0,7	127	79	232	150	578	458	732	578	650	106	144	69
0,8	144	89	255	168	579	460	738	589	681	124	171	79
0,9	160	100	277	185	581	461	741	594	701	145	595	89
1,0	176	111	296	200	583	463	742	596	715	517	640	100

ERA7XX1617 – витрата одного емітера 0,57 л/год, оптимальний тиск 0,7 бар, діаметр стрічки 7/8″ (22 мм), відстань між емітерами 40 см

Тиск, бар	Похил вздовж поливної стрічки											
	-2 %		-1 %		0		1 %		2 %		3 %	
	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %
0,5	93	57	317	208	690	548	821	158	151	73	98	48
0,6	111	68	293	191	693	551	852	619	188	88	119	58
0,7	128	79	241	153	696	553	871	669	692	104	140	68
0,8	146	90	268	173	699	555	883	693	767	120	163	78
0,9	163	101	293	191	701	556	891	707	805	138	188	88
1,0	180	112	317	208	703	558	895	715	832	157	216	98

ERA7XX2411 – витрата одного емітера 0,57 л/год, оптимальний тиск 0,7 бар, діаметр стрічки 7/8″ (22 мм), відстань між емітерами 60 см

Тиск, бар	Похил вздовж поливної стрічки											
	-2 %		-1 %		0		1 %		2 %		3 %	
	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %	85 %	90 %
0,5	93	57	183	113	899	713	972	150	148	73	98	49
0,6	112	68	217	135	902	716	1049	185	180	88	117	59
0,7	129	80	250	156	906	719	1092	226	214	102	137	68
0,8	148	91	281	177	909	722	1119	822	252	118	158	78
0,9	165	102	311	197	912	724	1139	871	880	134	180	88
1,0	183	113	339	217	914	725	1152	899	979	150	202	98

Примітка. 85 % і 90 % - однорідність емісії.

Додаток Б

Умови застосування моделей трубопроводів T-Tape TSX

Нормальні ряди	Довгі ряди	TSX, мм	Еквів.* мм	Рекомендоване застосування	Тип культури
TSX 504	-	0,100	0,10	Для культур з коротким періодом вегетації, на легких і середніх ґрунтах з мінімальною кам'янистістю і грудкуватістю або під пластиковою мульчею. Для кращих результатів, влаштування під землею на глибині 2-5 см.	Суниці, дині, картопля
TSX 506	-	0,150	0,20-0,25	Для ґрунтів з мінімальним обробітком, при подвійній культурі, для важких ґрунтів або в тому випадку, коли кам'янистість і поживні залишки складають фактор риску.	Помідори, перець, суниці
TSX 508	TSX 708	0,200	0,30	Для ґрунтів з мінімальним обробітком, при подвійній культурі, для важких ґрунтів. TSX 508 ще більш стійкіша до тертя і пошкодженню комахами, чим TSX 506.	Томати, перець, дині, овочі
TSX 510	TSX 710	0,250	0,375	Для дуже глибистих чи кам'янистих ґрунтів; для ґрунтів в яких комахи і тварини представляють небезпеку, в тому випадку, коли стрічка повинна пересуватись по полю, або для багаторічного застосування. TSX 310 ідеальна для теплиць і застосування в ландшафті.	Бавовник, картопля, цукрова тростина, овочі
TSX 515	TSX 715	0,375	0,625	Для виключно скельних ґрунтів, або у випадку великої небезпеки пошкодження комахами і тваринами. Рекомендується для багаторічного застосування.	Сади, виноградники

* Еквівалентна товщина стінки для досягнення аналогічної міцності інших продуктів.

Продовження додатку Б

Максимальна довжина лінії T-Tape TST в метрах при нульовому похилі

Модель (відстані між емітерами – витрата л/год на 100 м при 0,55 бар)	Однорідність емісії	Робочий тиск, бар				
		0,40	0,55	0,70	0,85	1,05
TSX-3XX-15-680	90 %	39	39	39	39	39
(15 см – 680 л/год)	85 %	49	50	50	50	50
TSX-3XX-30-340	90 %	61	61	61	61	61
(30 см – 340 л/год)	85 %	77	77	78	78	78
TSX-5XX-15-1000	90 %	73	73	74	74	74
(15 см – 1000 л/год)	85 %	93	94	94	94	94
TSX-5XX-20-250	90 %	170	170	170	171	171
(20 см – 250 л/год)	85 %	220	220	220	222	222
TSX-5XX-20-500	90 %	114	114	115	115	115
(20 см – 500 л/год)	85 %	145	146	146	147	147
TSX-5XX-30-170	90 %	220	220	220	220	221
(30 см – 170 л/год)	85 %	280	280	280	280	280
TSX-5XX-30-250	90 %	170	170	170	170	170
(30 см – 250 л/год)	85 %	220	220	220	222	222
TSX-5XX-30-340	90 %	146	146	147	147	148
(30 см – 340 л/год)	85 %	186	187	187	188	188
TSX-5XX-40-250	90 %	177	178	179	179	180
(40 см – 250 л/год)	85 %	226	227	228	228	229
TSX-5XX-50-380	90 %	131	132	132	133	133
(50 см – 380 л/год)	85 %	167	168	169	169	170
TSX-7XX-30-340	90 %	260	261	262	262	263
(30 см – 380 л/год)	85 %	331	332	334	334	335

Додаток В

Максимальна рекомендована довжина поливної трубки

Drip In PC 16 mm (EHD PC E 16)

Розрахунковий тиск, бар	Відстань між емітерами, см																													
	30					40					50					60					75					100				
	витрата, л/год					витрата, л/год					витрата, л/год					витрата, л/год					витрата, л/год					витрата, л/год				
	1,6	2,0	2,4	2,8	3,8	1,6	2,0	2,4	2,8	3,8	1,6	2,0	2,4	2,8	3,8	1,6	2,0	2,4	2,8	3,8	1,6	2,0	2,4	2,8	3,8	1,6	2,0	2,4	2,8	3,8
1,0	58	50	44	40	33	74	64	57	52	42	90	78	70	63	52	106	92	82	74	61	127	111	98	89	73	161	140	125	113	93
1,7	89	77	69	62	51	115	104	89	81	66	140	121	108	98	81	164	142	126	115	94	198	171	153	138	114	250	217	193	175	144
2,4	108	93	83	75	62	140	121	108	89	80	170	147	131	119	98	199	172	153	139	114	240	208	185	168	138	303	263	234	212	175
3,0	120	104	93	84	69	156	130	121	109	90	190	164	146	133	109	222	192	171	155	128	267	232	207	187	154	339	294	232	237	195
3,5	129	112	100	91	74	167	145	129	117	96	204	177	157	143	117	238	207	184	167	137	287	249	222	201	166	364	315	281	255	210
4,0	137	119	106	96	79	178	154	137	124	102	216	187	167	151	124	253	219	195	177	146	305	265	236	214	176	386	335	298	270	223

Примітка. Значення витрат дано для тиску 0,7 бар.

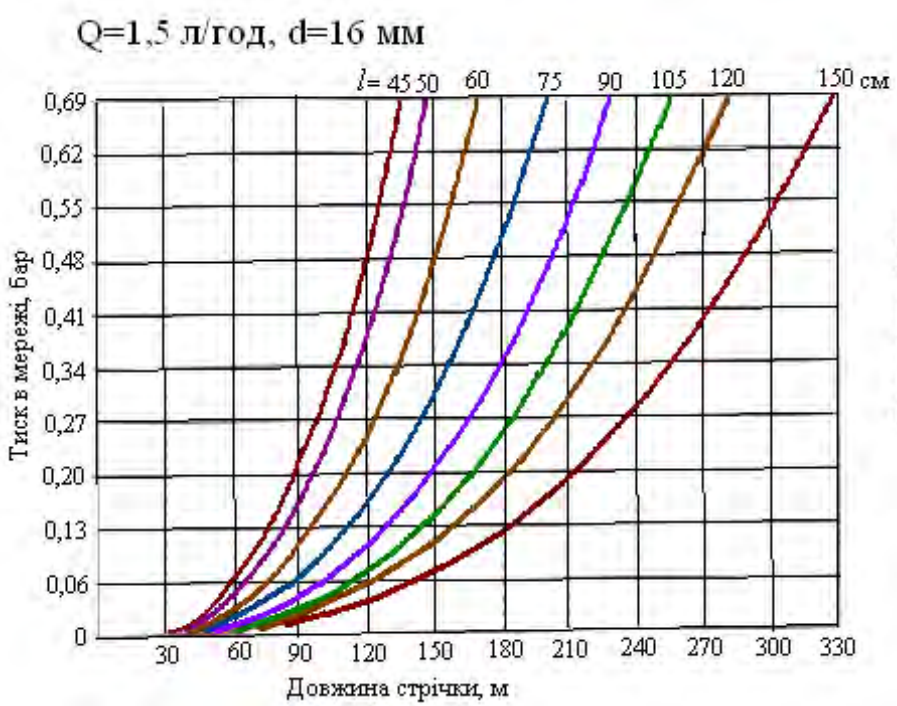
Drip In PC 20 mm (EHD PC E 20)

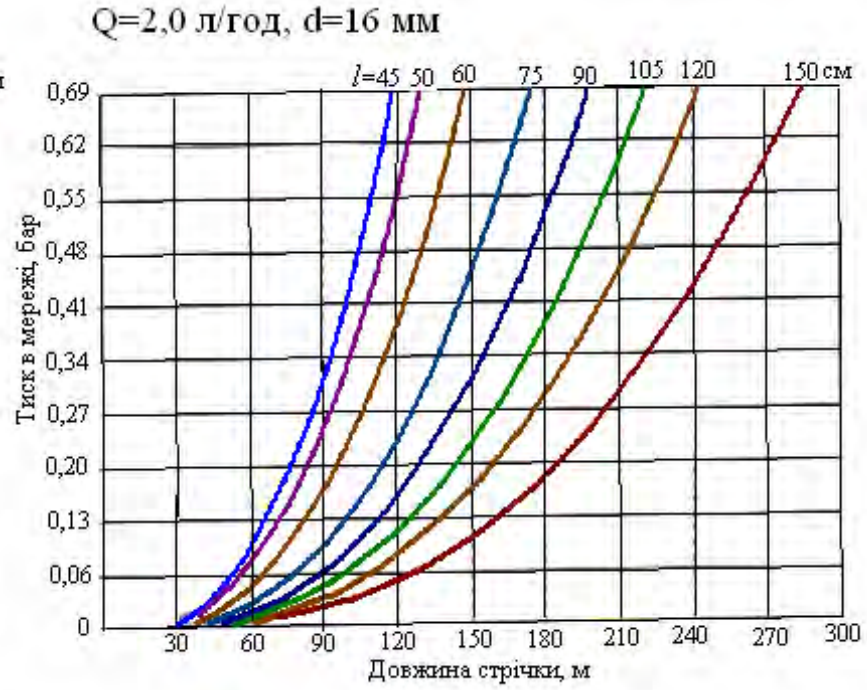
Розрахунковий тиск, бар	Відстань між емітерами, см																													
	30					40					50					60					75					100				
	витрата, л/год					витрата, л/год					витрата, л/год					витрата, л/год					витрата, л/год					витрата, л/год				
	1,6	2,0	2,4	2,8	3,8	1,6	2,0	2,4	2,8	3,8	1,6	2,0	2,4	2,8	3,8	1,6	2,0	2,4	2,8	3,8	1,6	2,0	2,4	2,8	3,8	1,6	2,0	2,4	2,8	3,8
1,0	102	89	79	72	59	131	113	101	91	75	157	136	121	110	91	182	158	141	127	105	217	188	168	152	125	270	235	209	190	156
1,7	158	137	122	111	91	202	176	156	142	117	243	211	188	170	140	282	245	218	197	163	336	292	260	235	194	419	364	324	294	242
2,4	192	167	148	135	111	245	213	190	172	142	295	256	228	207	170	342	297	264	240	197	408	354	315	286	235	508	441	393	356	293
3,0	215	186	166	150	124	274	238	212	192	158	329	286	254	231	190	382	331	295	267	220	455	395	352	319	263	568	493	439	398	327
3,5	231	200	178	161	133	294	255	227	206	170	354	307	273	248	204	410	356	317	287	236	489	424	378	342	282	610	529	471	427	352
4,0	245	212	189	171	141	312	271	241	219	180	376	326	290	263	217	435	378	336	305	251	519	450	401	366	299	647	562	500	453	373

Примітка. Значення витрат дано для тиску 0,7 бар.

Додаток Г

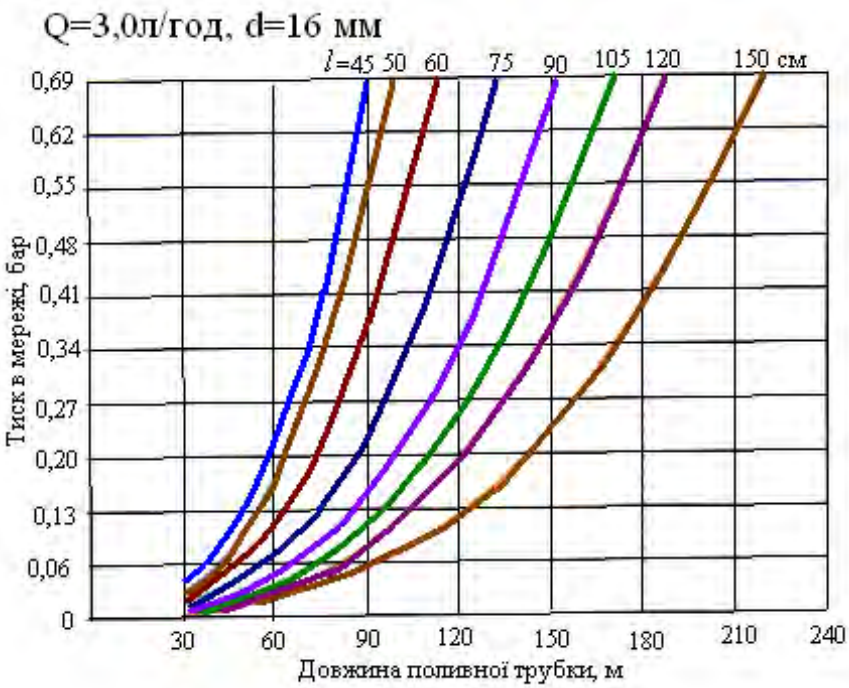
Максимальна допустима довжина поливної трубки (Drip In Classic)

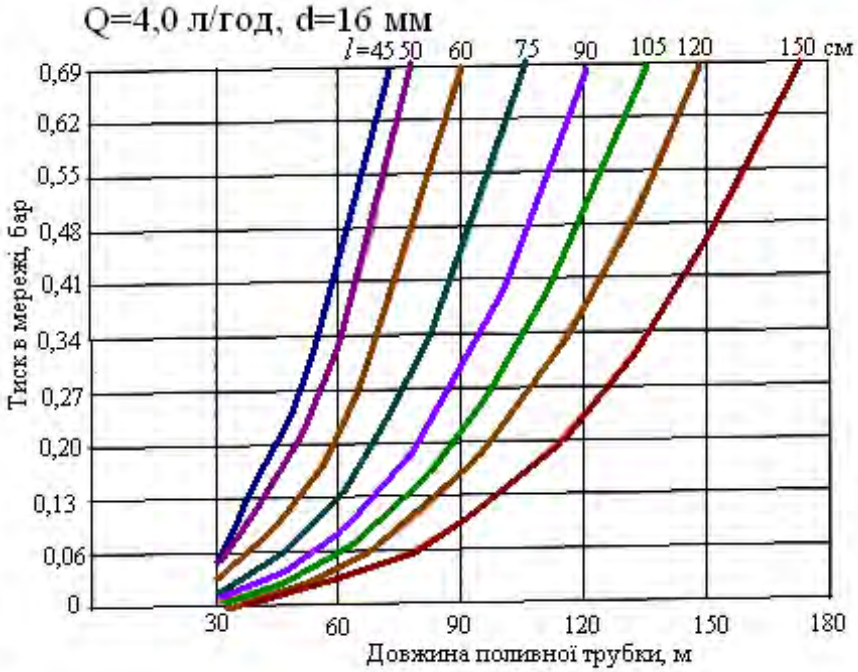




Примітка: Q – витрата води через один емітер, л/год; d – діаметр поливної трубки, мм; *l* – відстань між емітерами, см.

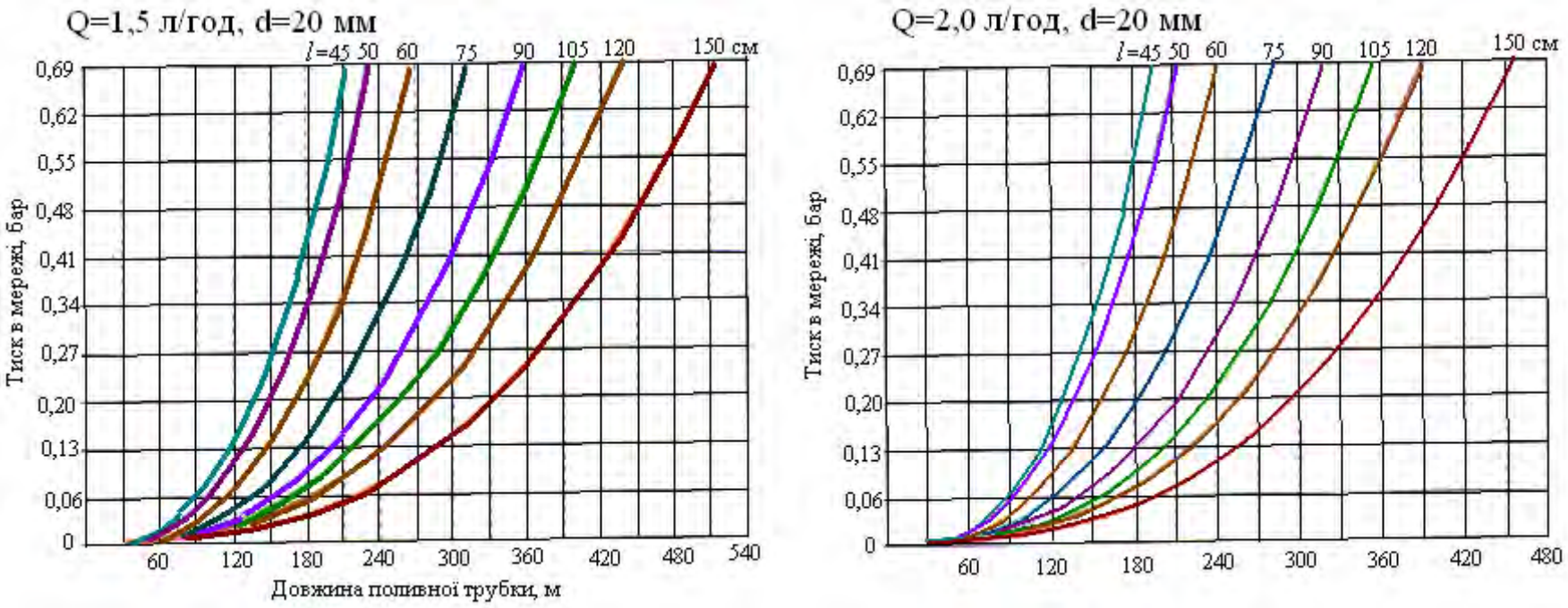
Максимальна допустима довжина поливної трубки (Drip In Classic)





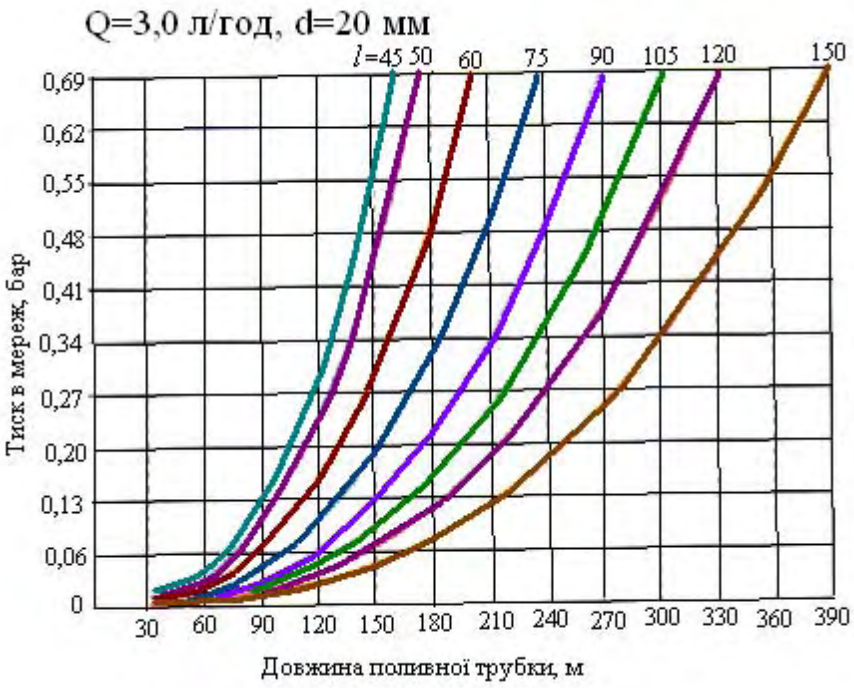
Примітка: Q – витрата води через один емітер, л/год; d – діаметр поливної трубки, мм; *l* – відстань між емітерами, см.

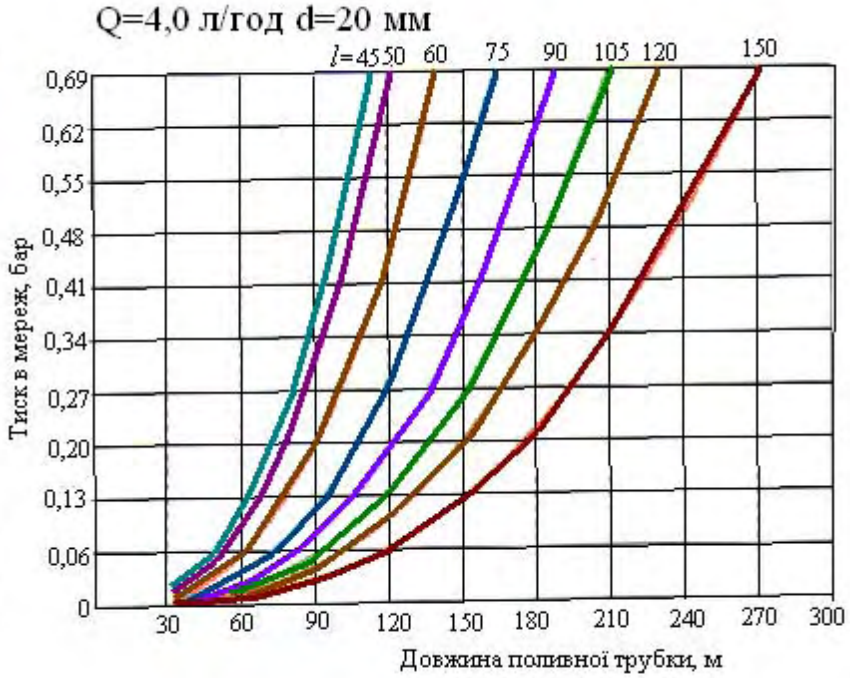
Максимальна допустима довжина поливної трубки (Drip In Classic)



Примітка: Q – витрата води через один емітер, л/год; d – діаметр поливної трубки, мм; *l* – відстань між емітерами, см.

Максимальна допустима довжина поливної трубки (Drip In Classic)





Примітка: Q – витрата води через один емітер, л/год; d – діаметр поливної трубки, мм; *l* – відстань між емітерами, см.

Додаток Д

Технічні характеристики насосів типу К і КМ

Марка насоса	Параметри насоса			Параметри електродвигуна			Розміри насосного агрегату, мм			Маса, кг
	Q, $м^3$/год	Н, м	КЗ, м	тип	потужність, кВт	n, $хв^{-1}$	L×B×H	D_y	D_{y1}	
К 50-32-125	12,5	20	3,5	АИР80МВ2	2,2	2900	765×465×360	50	32	85
К 50-32-125а	11,5	17	3,5	АИР80МА2	1,5	2900	765×465×360	50	32	80
К 65-50-125	25,0	20	3,8	АНР90L2	3,0	2900	730×368×325	65	50	100
К 65-50-160	25,0	32	3,8	АМР100L2	5,5	2900	925×408×338	65	50	110
К 65-50-160а	20,0	25	3,8	АНР100S2	4,0	2900	834×340×335	65	50	100
К 80-50-200	50,0	50	3,5	АНР160S2	15,0	2900	1120×458×455	80	50	250
К 80-50-200а	45,0	40	3,5	АИРМ132М2	11,0	2900	990×428×425	80	50	185
К 80-65-160	50,0	32	4,0	АИР112М2	7,5	2900	925×427×395	80	65	145
К 80-65-160а	45,0	26	4,0	АИР1001.2	5,5	2900	834×340×335	80	65	109
К 100-80-160	100,0	32	4,5	АНР160S2	15,0	2900	1235×458×455	100	80	275
К 100-80-160а	90,0	26	4,5	АИР132М2	11,0	2900	1106×458×425	100	80	210
К 100-65-200	100	50	4,5	АИР180М2	30,0	2900	1290×498×510	100	65	370
К 100-65-200	100	50	4,5	АНР180S2	22,0	2900	1290×498×510	100	65	350
К 100-65-200а	90	40	4,5	АИР160М2	18,5	2900	1290×498×475	100	65	275
К 100-65-250	100	80	4,5	5А200L2	45,0	2900	1390×568×605	100	65	485
К 100-65-250	100	80	4,5	4АМН180М2	45,0	2900	1380×568×605	100	65	445
К 100-65-250а	90	67	4,5	5А200М2	37,0	2900	1390×568×605	100	65	435
К 100-65-250а	90	67	4,5	4АМН180S2	37,0	2900	1380×568×605	100	65	405
К 150-125-250	200	20	4,2	4АИР160М4	18,5	1450	1325×475×455	150	125	410
К 150-125-315	200	32	4,0	АИР180М4	30,0	1450	1375×540×610	150	125	422
К 150-125-315	200	32	4,0	4АМН180S4	30,0	1450	1375×540×610	150	125	402
К 200-150-250	315	20	4,2	АИР180М4	30,0	1450	1355×450×610	200	150	422
К 200-150-250	315	20	4,2	4АМН180S4	30,0	1450	1375×540×610	200	150	402

Продовження додатку Д

Марка насоса	Параметри насоса			Параметри електродвигуна			Розміри насосного агрегату, мм			Маса, кг
	Q, $м^3$/год	H, м	КЗ, м	тип	потужність, кВт	n, $хв^{-1}$	L×B×H	$D_у$	$D_{у1}$	
К 200-150-315	315	32	4,2	5А200L4	45,0	1450	1665×600×720	200	150	5070
К 200-150-315	315	32	4,2	5АН200L4	45,0	1450	1665×600×720	200	150	530
К 200-150-400	315	50	4,2	5АМ250И4	90,0	1450	1750×765×825	200	150	960
К 8/18	8	18	5,0	АИР80В2	2,2	2900	764×257×323	40	32	60
К 20/18	20	18	5,0	АИР80В2	2,2	2900	788×257×310	50	40	61
К 20/30	20	30	5,0	АМР100S2	4,0	2900	827×299×332	50	40	78
К 45/30	45	30	4,3	АИР112М2	7,5	2900	1030×332×413	50	40	126
К 45/55	45	55	5,0	АМР160S2	15,0	2900	1390×505×565	80	50	310
К 45/55а	40	50	5,0	АИР132М2	11,0	2900	1295×485×500	80	50	265
К 90/20	90	20	5,2	АИР112М2	7,5	2900	1030×332×413	80	50	135
К 90/35	90	35	5,0	АНР160S2	15,0	2900	1390×505×565	100	80	330
К 90/35а	85	32	5,0	АИР132М2	11,0	2900	1295×485×500	100	80	265
К 90/85	90	85	5,0	5А200L2	45,0	2900	1535×575×630	100	65	520
К 90/85	90	85	5,0	4АМН180S2	45,0	2900	1525×575×630	100	65	480
К 90/85а	85	76	5,0	5А200М2	37,0	2900	1510×575×630	100	65	495
К 90/85а	85	76	5,0	4АМН180S2	37,0	2900	1500×575×630	100	65	465
К 160/30	160	30	4,2	АИР180М4	30,0	1450	1515×515×555	150	100	420
К 160/30	160	30	4,2	4АМН180S4	30,0	1450	1515×515×555	150	100	400
К 160/30а	140	29	4,2	АНР180S4	22,0	1450	1465×515×555	150	100	400
К 160/30б	140	22	4,2	АИР160М4	18,5	1450	1495×505×530	150	100	340
К 290/30	290	30	4,2	5А200М4	37,0	1450	1645×575×630	200	150	550
К 290/30	290	30	4,2	4АМН180М4	37,0	1450	1625×575×630	200	150	510
К 290/30а	250	24	4,2	АИР180М4	30,0	1450	1555×515×585	200	150	460

Продовження додатку Д

Марка насоса	Параметри насоса			Параметри електродвигуна			Розміри насосного агрегату, мм			Маса, кг
	Q, $м^3$/год	Н, м	КЗ, м	тип	потужність, кВт	n, $хв^{-1}$	L×B×H	$D_у$, мм	$D_{у1}$, мм	
КМ 40-32-180	10	45	3,0	АИР901.2Ж	3,0	2900	467×320×345	40	32	53
КМ 40-32-180а	6	40	3,0	АИР80В2Ж	2,2	2900	450×320×345	40	32	73
КМ 50-32-125	12,5	20	3,5	АИР80И2Ж	2,2	2900	500×200×250	50	32	47
КМ 65-50-125	25	20	3,8	АИР901.2Ж	3,0	2900	555×270×290	65	50	65
КМ 65-50-160	25	32	3,8	АИР1001.2Ж	5,5	2900	578×320×330	65	50	78
КМ 80-50-200	50	50	3,5	АИР16052Ж	15,0	2900	790×350×420	80	50	185
КМ 80-65-160	50	32	4,0	АИР112М2Ж	7,5	1450	683×320×380	80	65	82
КМ 80-50-200	50	50	3,5	АИР16052Ж	15,0	2900	730×384×485	80	50	194
КМ 125-80-200	80	12,5	3,5	АИР112М4Ж	5,5	1450	650×326×447	125	80	110
КМ 100-65-200	100	50	5,2	АИР180М2Ж	30,0	2900	865×400×440	100	65	226
КМ 100-65-200	50	12,5	5,0	АИР1001.4Ж	4,0	1450	553×230×440	100	65	205
КМ 100-80-160	100	32	5,2	АИР160Б2Ж	15,0	2900	790×350×420	100	80	182
КМ 125-100-160	160	30	5,0	АИР180Б2Ж	22,0	2900	800×420×510	125	100	220
КМ 150-125-250	200	20	4,2	АИР160М4Ж	18,5	1450	870×370×705	150	125	265

Примітка: Q – продуктивність насоса, $м^3$/год;

Н – напір насоса, м;

КЗ – кавітаційний запас, м;

n – частота обертання електродвигуна, $хв^{-1}$;

$D_у$ – діаметр вхідного патрубка, мм;

$D_{у1}$ – діаметр вихідного патрубка, мм.

Додаток Є

Труби із полівінілхлориду (основні технічні характеристики)

Середній зовнішній діаметр + допустиме відхилення, мм	Ряд труб									
	1		2		3		4		5	
	товщина стінок + допустиме відхилення, мм	маса 1 м, кг	товщина стінок + допустиме відхилення, мм	маса 1 м, кг	товщина стінок + допустиме відхилення, мм	маса 1 м, кг	товщина стінок + допустиме відхилення, мм	маса 1 м, кг	товщина стінок + допустиме відхилення, мм	маса 1 м, кг
50+0,2	-	-	-	-	1,8+0,4	0,422	2,4+0,5	0,552	3,7+0,6	0,809
63+0,2	-	-	-	-	1,9+0,4	0,562	3,0+0,5	0,854	4,7+0,7	1,29
75+0,3	-	-	1,8+0,4	0,642	2,2+0,5	0,782	3,1+0,6	1,22	5,1+0,8	1,82
90+0,3	-	-	1,8+0,4	0,774	2,7+0,5	1,13	4,3+0,7	1,75	6,7+0,9	2,61
110+0,3	1,8+0,4	0,951	2,2+0,5	1,16	3,2+0,6	1,64	5,3+0,8	2,61	8,2+1,1	3,90
125+0,3	1,8+0,4	1,08	2,5+0,5	1,48	3,7+0,6	2,13	6,0+0,8	3,34	9,3+1,2	5,01
140+0,3	1,8+0,4	1,21	2,8+0,5	1,84	4,1+0,7	2,65	6,7+0,9	4,18	10,4+1,3	6,27
160+0,4	1,8+0,4	1,39	3,2+0,6	2,41	4,7+0,7	3,44	7,7+1,0	5,47	11,9+1,4	8,17
180+0,4	1,8+0,4	1,57	3,6+0,6	3,02	5,3+0,8	4,37	8,6+1,1	6,88	13,4+1,6	10,4
200+0,4	1,8+0,4	1,74	4,0+0,6	3,70	5,9+0,8	5,37	9,6+1,2	8,51	14,9+1,7	12,8
225+0,5	1,8+0,4	1,96	4,5+0,7	4,70	6,6+0,9	6,76	10,8+1,3	10,8	16,7+1,9	16,1
250+0,5	2,0+0,4	2,40	4,9+0,7	5,65	7,3+1,0	8,31	11,9+1,4	13,2	18,6+2,1	19,9
280+0,6	2,3+0,5	3,11	5,5+0,8	7,11	8,2+1,1	10,4	13,4+1,6	16,6	20,8+2,3	24,9
315+0,6	2,5+0,5	3,70	6,2+0,9	9,02	9,2+1,2	13,2	10,5+1,7	20,9	23,4+2,6	31,5
355+0,7	2,9+0,5	4,87	7,0+0,9	11,4	10,4+1,3	16,7	16,9+1,9	26,5	26,3+3,9	39,9
400+0,7	3,2+0,6	6,10	7,9+1,0	14,5	11,7+1,4	21,1	19,1+2,2	33,7	29,7+3,2	50,8
450+0,8	3,6+0,6	7,65	8,9+1,1	18,3	13,2+1,6	26,8	21,5+2,4	42,7	-	-

Додаток Е

Технічні характеристики насосних агрегатів типу ЭЦВ

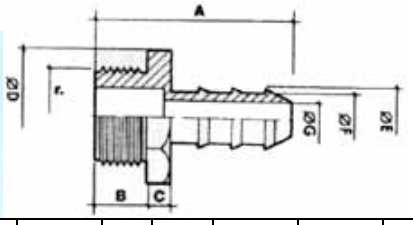
Марка насоса	Параметри насоса		Параметри електродвигуна			Довжина агрегату, мм	Мінімальний діаметр свердловини, мм	Маса, кг
	Q, $м^3$/год	H, м	тип	потужність, кВт	n, $хв^{-1}$			
ЭЦВ4-2,5-65	2,5	65	ПЭДВ 1,1-140	1,1	2900	970	96	25
ЭЦВ4-2,5-80	2,5	80	ПЭДВ 1,1-140	1,1	2900	1040	96	26
ЭЦВ4-2,5-100	2,5	100	ПЭДВ 1,5-140	1,5	2900	1070	100	32
ЭЦВ4-2,5-120	2,5	120	ПЭДВ 2,2-140	2,2	2900	1070	100	35
ЭЦВ4-10-115	10,0	115	ПЭДВ 5,5-140	5,5	2900	2630	100	41
ЭЦВ5-4-125	4,0	125	ПЭДВ 2,8-140	2,8	2900	1812	120	63
ЭЦВ5-6,5-80	6,5	80	ПЭДВ 2,8-140	2,8	2900	1190	120	65
ЭЦВ5-6,5-120	6,5	120	ПЭДВ 4,5-140	4,5	2900	1190	120	72
ЭЦВ6-4-130	4,0	130	ПЭДВ 4,5-140	4,5	2900	1650	145	78
ЭЦВ6-4-190	4,0	190	ПЭДВ 4,5-140	4,5	2900	2000	145	95
ЭЦВ6-6,5-60	6,5	60	ПЭДВ 2,8-140	2,8	2900	1090	145	56
ЭЦВ6-6,5-85	6,5	85	ПЭДВ 2,8-140	2,8	2900	1090	145	66
ЭЦВ6-6,5-125	6,5	125	ПЭДВ 4,5-140	4,5	2900	1230	145	68
ЭЦВ6-6,5-140	6,5	140	ПЭДВ 4,5-140	4,5	2900	1270	145	72
ЭЦВ6-6,5-185	6,5	185	ПЭДВ 8-140	8,0	2900	1490	145	83
ЭЦВ6-6,5-225	6,5	225	ПЭДВ 8-140	8,0	2900	1640	145	87
ЭЦВ6-10-50	10,0	50	ПЭДВ 2,8-140	2,8	2900	1350	145	69
ЭЦВ6-10-80	10,0	80	ПЭДВ 5,5-140	5,5	2900	1070	145	69
ЭЦВ6-10-110	10,0	110	ПЭДВ 5,5-140	5,5	2900	1190	145	79
ЭЦВ6-10-140	10,0	140	ПЭДВ 8-140	8,0	2900	1380	145	89
ЭЦВ6-10-185	10,0	185	ПЭДВ 8-140	8,0	2900	1610	145	97
ЭЦВ6-10-235	10,0	235	ПЭДВ 11-140	11,0	2900	2530	145	135
ЭЦВ6-10-350	10,0	350	ПЭДВ 8-140	13,0	2900	2530	145	145
ЭЦВ6-16-75	16,0	75	ПЭДВ 5,5-140	5,5	2900	1230	145	90
ЭЦВ6-16-90	16,0	90	ПЭДВ 5,5-140	6,3	2900	1230	145	91
ЭЦВ6-16-110	16,0	110	ПЭДВ 8-140	8,0	2900	1490	145	95
ЭЦВ6-16-140	16,0	140	ПЭДВ 11-140	11,0	2900	1710	145	100
ЭЦВ6-16-160	16,0	160	ПЭДВ 11-140	11,0	2900	1860	145	105
ЭЦВ6-16-190	16,0	190	ПЭДВ 11-140	13,0	2900	1860	145	110
ЭЦВ8-16-140	16,0	140	ПЭДВ 11-180	11,0	2900	1470	180	120
ЭЦВ8-16-160	16,0	160	ПЭДВ 11-180	11,0	2900	1700	186	135
ЭЦВ8-16-180	16,0	180	ПЭДВ 11-140	13,0	2900	1470	180	135
ЭЦВ8-16-200	16,0	200	ПЭДВ 22-219	22,0	2900	1470	180	140
ЭЦВ8-25-100	25,0	100	ПЭДВ 11-180	11,0	2900	1270	186	90
ЭЦВ8-25-110	25,0	110	ПЭДВ 11-180	11,0	2900	1270	186	100
ЭЦВ8-25-125	25,0	125	ПЭДВ 15-180	13,0	2900	1450	186	105
ЭЦВ8-25-150	25,0	150	ПЭДВ 16-180	17,0	2900	1520	186	120
ЭЦВ8-25-180	25,0	180	ПЭДВ 19-180	19,0	2900	1520	186	132
ЭЦВ8-25-230	25,0	230	ПЭДВ 22-219	22,0	2900	1520	186	153
ЭЦВ8-25-300	25,0	300	ПЭДВ 32-219	32,0	2900	1520	186	177

Марка насоса	Параметри насоса		Параметри електродвигуна			Довжина агрегату, мм	Мінімальний діаметр свердловини, мм	Маса, кг
	Q, $м^3$/год	H, м	тип	потужність, кВт	n, $хв^{-1}$			
ЭЦВ8-40-60	40	60	ПЭДВ 11-180	11	2900	1130	186	140
ЭЦВ8-40-90	40	90	ПЭДВ 16-180	17	2900	1900	186	186
ЭЦВ8-40-120	40	120	ПЭДВ22-219	22	2900	2370	186	236
ЭЦВ8-40-150	40	150	ПЭДВ27-219	27	2900	2370	186	236
ЭЦВ8-40-180	40	180	ПЭДВ32-219	32	2900	3105	186	308
ЭЦВ8-65-70	65	70	ПЭДВ19-180	19	2900	1660	186	138
ЭЦВ8-65-90	65	90	ПЭДВ25-219	25	2900	2010	186	170
ЭЦВ8-65-110	65	110	ПЭДВ32-219	32	2900	2000	186	172
ЭЦВ8-65-145	65	145	ПЭДВ37-219	37	2900	2450	186	202
ЭЦВ8-65-180	65	180	ПЭДВ45-270	45	2900	2700	186	213
ЭЦВ10-65-65	63	65	ПЭДВ22-219	22	2900	1400	235	173
ЭЦВ10-65-110	63	110	ПЭДВ32-219	32	2900	1720	235	233
ЭЦВ10-65-150	63	150	ПЭДВ45-219	45	2900	2020	235	280
ЭЦВ10-65-175	63	180	ПЭДВ45-219	45	2900	2380	235	398
ЭЦВ10-65-225	63	225	ПЭДВ65-219	65	2900	2950	235	420
ЭЦВ10-65-275	63	270	ПЭДВ75-219	75	2900	2950	235	430
ЭЦВ10-120-60	120	60	ПЭДВ32-219	32	2900	2030	235	270
ЭЦВ10-120-80	120	80	ПЭДВ33-219	33	2900	2030	235	300
ЭЦВ10-120-100	120	100	ПЭДВ45-270	45	2900	2030	235	320
ЭЦВ10-160-35	160	35	ПЭДВ22-219	22	2900	1764	281	250
ЭЦВ10-160-50	160	50	ПЭДВ33-219	33	2900	1840	281	320
ЭЦВ12-160-65	160	65	ПЭДВ45-270	45	2900	2000	281	360
ЭЦВ12-160-100	160	100	ПЭДВ65-270	65	2900	2157	281	415
ЭЦВ12-160-140	180	140	ПЭДВ90-270	90	2900	2580	281	610
ЭЦВ12-210-25	210	25	ПЭДВ22-219	22	2900	1350	281	205
ЭЦВ12-210-55	210	55	ПЭДВ45-270	45	2900	2070	281	360
ЭЦВ12-210-85	210	85	ПЭДВ45-270	65	2900	2070	281	447
ЭЦВ12-210-110	210	110	ПЭДВ90-270	90	2900	3580	281	577
ЭЦВ12-210-145	210	145	ПЭДВ125-270	125	2900	3580	281	590
ЭЦВ12-210-170	210	170	ПЭДВ130-270	160	2900	3064	281	700

Додаток Ж

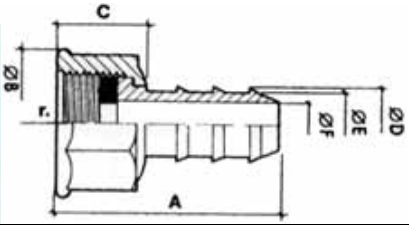
З’єднувальні фасонні частини і арматура, що застосовується для кріплення пластмасових поливних трубок

Штуцер із зовнішньою різьбою



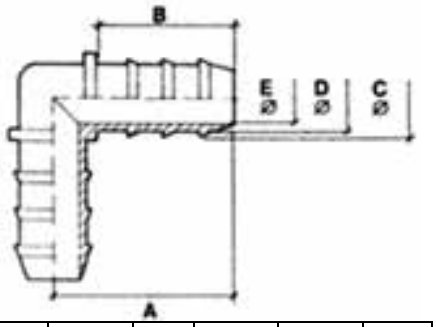
Артикул	∅ труби, мм	A	B	C	D	E	F	G	r
90024	16	42	10,4	5	27	11,4	12,8	9,3	½ ″

Штуцер із внутрішньою різьбою



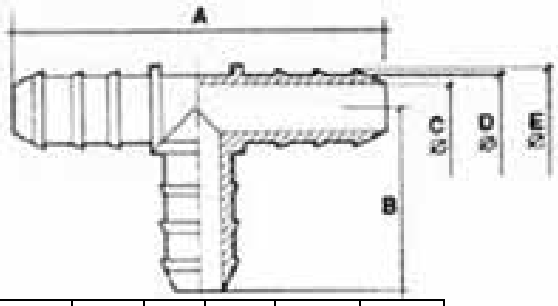
Артикул	∅ труби, мм	A	B	C	D	E	F	G	r
90024	16	42	10,4	5	27	11,4	12,8	9,3	½ ″

Коліно



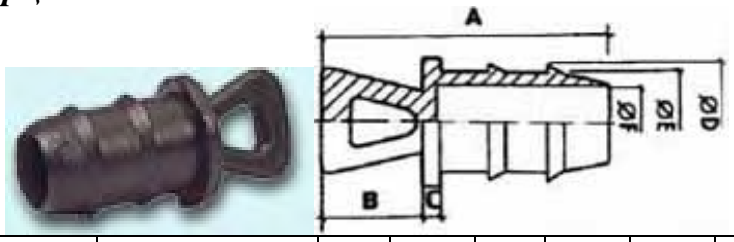
Артикул	∅ труби, мм	A	B	C	D	E
90028	16	35,5	27	14,6	12,8	9,3

Трійник



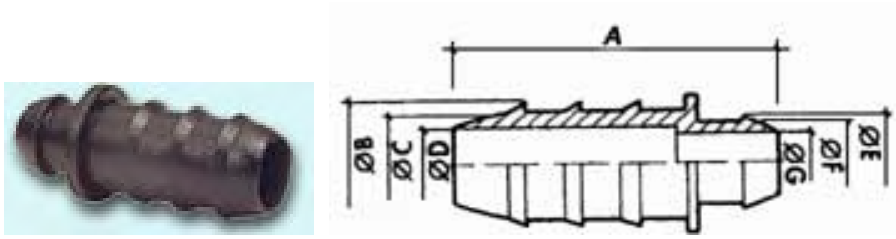
Артикул	∅ труби, мм	A	B	C	D	E
90006	16	70	36	9,3	12,8	14,6

Заглушка торцева



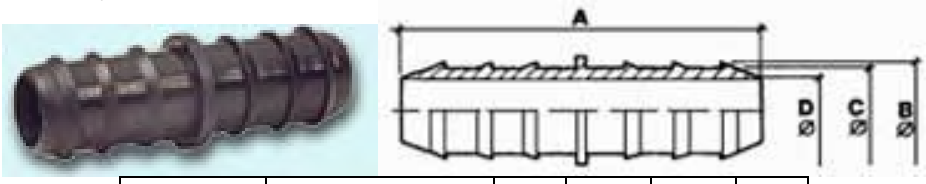
Артикул	∅ труби, мм	A	B	C	D	E	F
90020	16	37	13,3	2,5	14,6	12,8	9,3

Слот відвідний



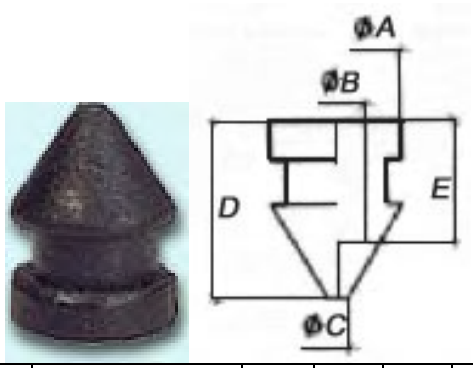
Артикул	∅ труби, мм	A	B	C	D	E	F	G
90018	16	39,4	14,6	12,6	10	11,6	10	7,3

Муфта з'єднувальна



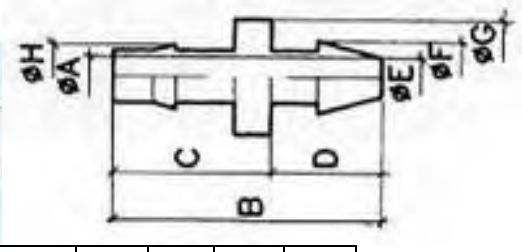
Артикул	∅ труби, мм	A	B	C	D
90012	16	54	14,6	12,6	10

Заглушка вставна



Артикул	∅ труби, мм	A	B	C	D	E
90049	5-6	6,6	2,9	1	8,7	6

Конектор до мікротрубки

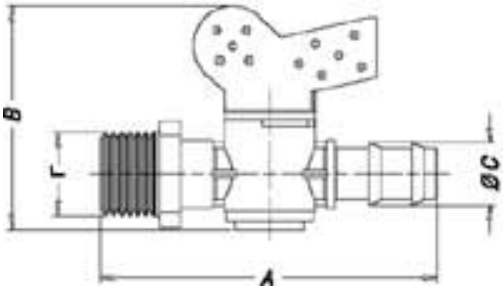


Артикул	∅ труби, мм	A	B	C	D
90048	6,6	2,9	1	8,7	6

Подовження різьби

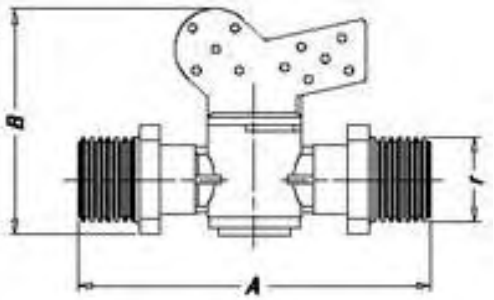
Артикул	Різьба
90112	½ ″
90114	¾ ″

Кран різьба-штуцер



Артикул	Різьба	A	B	∅C	r
90020	16-½ ″	84,7	53	15,7	½ ″

Кран різьба-різьба



Артикул	Різьба	A	B	∅C	r
90020	½ ″-½ ″	84,7	53	15,7	½ ″

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

Ромащенко Михайло Іванович – доктор технічних наук, професор, академік Української академії аграрних наук, Заслужений діяч науки і техніки України, лауреат премії УААН „За видатні досягнення в аграрній науці”, перший заступник директора Інституту гідротехніки і меліорації УААН, керує науково-виробничим Центром мікрозрошення і водопостачання. Член науково-технічної ради Держводгоспу України, ряду спеціалізованих рад із захисту дисертацій, заступник головного редактора журналу-часопису „Водне господарство України” та міжвідомчого збірника наукових праць „Меліорація і водне господарство”.

М.І. Ромащенко автор і співавтор понад 250 наукових праць. Один із розробників Закону України „Про меліорацію земель”, державних комплексних програм розвитку меліорації земель, захисту їх від шкідливої дії вод. Автор понад 25 нормативно-методичних документів, має 9 авторських свідоцтв і патентів. Підготував 6 кандидатів наук, створив наукову школу з питань ресурсозберігаючого екологічно безпечного зрошення.

Шевелєв Олександр Іванович – кандидат технічних наук, член-кореспондент Академії будівництва України, Заслужений працівник сільського господарства України, начальник Дніпропетровського обласного виробничого управління водного господарства. Автор понад 30 наукових і методичних робіт в галузі сільськогосподарських меліорацій, сільськогосподарського водопостачання і обводнення територій.

Онопрієнко Дмитро Михайлович – кандидат сільськогосподарських наук, доцент, декан еколого-меліоративного факультету Дніпропетровського державного аграрного університету, заступник голови навчально-методичної комісії науково-педагогічних працівників аграрних вищих навчальних закладів із спеціальності „Гідромеліорація”. Автор понад 50 наукових і методичних робіт в галузі сільськогосподарських меліорацій, екології, вищої аграрної освіти.

Доценко Віктор Іванович – кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри сільськогосподарських гідротехнічних меліорацій Дніпропетровського державного аграрного університету; на протязі 15 років працює над впровадженням комп’ютеризації в навчальний процес вищої аграрної школи. Автор 15 наукових і методичних робіт з розробки методики розрахунків режимів зрошення сільськогосподарських культу, в тому числі при мікрозрошенні.

СИСТЕМИ КРАПЛИННОГО ЗРОШЕННЯ

Видавництво Овсянніков Ю.С.
49027, м. Дніпропетровськ, Жовтнева пл. 1. кв.6
Свідоцтво про реєстрацію ДК №1192 від 13.01.03

Віддруковано в ООО ПКФ „Оксамит-текст”
49050, м. Дніпропетровськ, пр. Гагаріна, 74
Підписано до друку 10.01.2007. Формат 60х84 $^{1}/_{16}$
Наклад 300 прим. Зам. №1966