

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ**  
**УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО**

Факультет «Агротехнологій та екології»

Кафедра Плодоовочівництва, виноградарства та біохімії

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ**  
**ЛАБОРАТОРНИХ РОБОТ З ДИСЦИПЛІНИ**  
**«ОВОЧІВНИЦТВО ЗАКРИТОГО ГРУНТУ»**

для здобувачів освітнього рівня «бакалавр» зі спеціальності

203 «Садівництво та виноградарство»

(на основі повної загальної середньої освіти)

ЧАСТИНА 1

Мелітополь, 2020

Методичні вказівки з навчальної дисципліни «Овочівництво закритого ґрунту (в комплексі з НП)»(Частина 1) для здобувачів ступеня вищої освіти «Бакалавр» зі спеціальності 203 «Садівництво та виноградарство» (на основі повної загальної середньої освіти). - Мелітополь, ТДАТУ - 26 с.

Розробник: Ірина КОРОТКА, к.с.-г.н., ст. викладач

Затверджено на засіданні кафедри плодощовочівництва, виноградарства та біохімії

Протокол №\_\_ від\_\_\_\_\_2020 року

Завідувач кафедри плодощовочівництва, виноградарства та біохімії

\_\_\_\_\_Максим КОЛЕСНИКОВ, к.с.-г.н., доцент  
«\_»\_\_\_\_\_20\_\_року

Схвалено методичною комісією факультету АТЕ для здобувачів ступеня вищої освіти «Бакалавр» зі спеціальності 203 «Садівництво та виноградарство»

Протокол №\_\_ від\_\_\_\_\_2020 року

Голова, доцент \_\_\_\_\_Олена ГРИГОРЕНКО, к.т.н.  
«\_»\_\_\_\_\_20\_\_року

# ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1

## ОСОБЛИВОСТІ ВЛАШТУВАННЯ РІЗНИХ ВИДІВ УТЕПЛЕНОГО ҐРУНТУ ТА ПАРНИКІВ

**Мета:** за посібниками і методичними вказівками вивчити конструкцію різних видів утепленого ґрунту та парників.

**Завдання для самостійної роботи.** 1. Опрацювати влаштування групового безкаркасного укриття. Накреслити схему безкаркасного укриття, зазначити його розміри, описати технологію використання.

2. Опрацювати влаштування групового тунельного плівкового укриття. Накреслити його схему, зазначити розміри. Описати, з якого матеріалу виготовляють каркас тунельного укриття та види укривних світлопрозорих матеріалів.

3. Ознайомитися з будовою розбірного переносного укриття УРП-20. Накреслити елементи його конструкції і зазначити їх розміри. Описати, з якого матеріалу виготовляють каркас і зазначити основні техніко-експлуатаційні характеристики.

4. За макетами і рисунками розглянути конструкції парників з біологічним, електричним і водяним обігрівом.

5. Виписати основні технічні характеристики розглянутих типів парників.

**Методичні вказівки.** Утеплений ґрунт – це захищені від несприятливих умов ділянки ґрунту, які використовуються в той період, коли погодні умови ще не дозволяють вирощувати овочі у відкритому ґрунті. Укриття можуть бути індивідуальні і групові.

Застосовуються два способи групових укриттів: безкаркасний і каркасний. Каркасний спосіб має два різновиди укриття: аркове (тунельне) та із рам (панельне). Панельне укриття відрізняється від двосхилих парників відсутністю бокової обв'язки.

В якості укривного матеріалу за влаштування укриттів утепленого ґрунту використовують різні види синтетичної плівки. В останні роки більш поширеним укривним матеріалом є агроволокно.

**Агроволокно** – тонкий, легкий, еластичний, але разом з тим міцний і довговічний нетканий укривний матеріал. Виготовляють його з волокон стабілізованого поліпропілену – нейтрального з'єднання, яке не вступає в реакції, не акумулює і не виділяє в навколишнє середовище ніяких шкідливих

речовин, не руйнується (на відміну від поліетиленової плівки) під дією ультрафіолетових променів.

Агроволокно може бути щільністю від 17 г/м<sup>2</sup> до 50 г/м<sup>2</sup> білого і чорного кольору. Для безкаркасного укриття ґрунту в ранній весняний період використовують найтонший і легший вид білого агроволокна (щільністю 17 г/м<sup>2</sup>). Більш щільне і міцніше агроволокно (щільністю 30 г/м<sup>2</sup>) застосовують для групових тунельних укриттів, які влаштовують за допомогою арок. Чорне агроволокно використовують як мульчуючий матеріал.

Перевагами агроволокна перед синтетичною плівкою є:

- винятково легкий і довговічний матеріал (за рахунок внесеного до матеріалу ультрафіолетового стабілізатора, впродовж п'яти сезонів зберігає цілісність і міцність);

- захищає від заморозків до  $-5^{\circ}\text{C}$ ;

- пропускає воду (ця властивість дозволяє поливати рослини не знімаючи укриття. Пропускаючи вологу, матеріал не намокає і не стає важким. У посушливу погоду він в якості мульчі надійно оберігає ґрунт від пересихання);

- пропускає повітря (забезпечує рівномірну його циркуляцію, тому на внутрішній стороні не утворюється конденсат, не відбувається "запарювання" рослин, як під плівкою);

- пропускає 90% сонячного світла, ультрафіолетові промені, а в жарку погоду забезпечує захист від дії прямих сонячних променів;

- захищає від комах (тому обробка хімічними препаратами не потрібна, що дозволяє отримувати екологічно чисту продукцію);

- забезпечує надранні і високі врожаї.

Безкаркасне плівкове укриття розроблене М. Н. Вольфом (рис. 1).

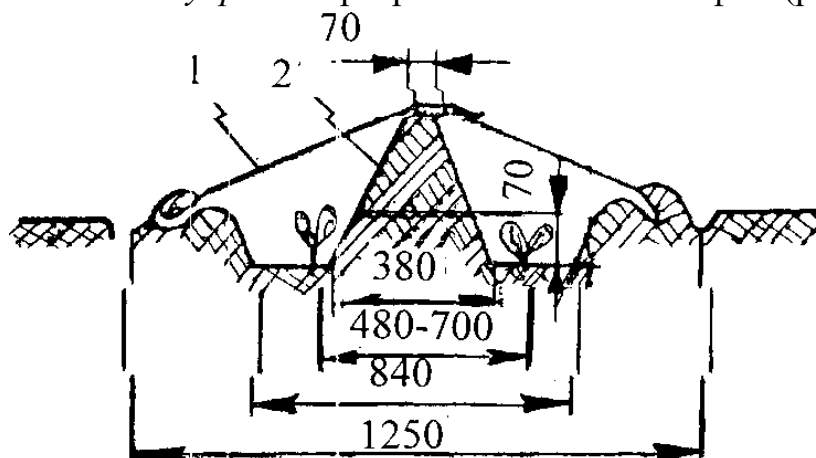


Рис. 1. Схема влаштування безкаркасного групового укриття (розміри наведені у мм):

1 – укривний матеріал (плівка, агроволокно); 2 – валок із землі

Для безкаркасного укриття на полі, підготовленому до сівби, виготовляють спеціальним агрегатом земляні валки висотою 10–15–20 см від поверхні ґрунту або 25–30 см від дна утвореної борозни при нагортанні валка. На них розкладають плівку або агроволокно, а краї укривного матеріалу присипають землею з міжряддя. Весь процес – виготовлення валків, сівба насіння, розмотування плівки чи агроволокна з розстилом на валки і присипання країв землею виконується одночасно, при одному проході агрегату.

Між укривним матеріалом і поверхнею ґрунту є повітряний проміжок завдяки зазначеній висоті земляних валків. За рахунок парникового ефекту там створюється сприятливий температурний режим. Безкаркасні укриття дають змогу одержати сходи на 10–15 днів раніше, ніж при вирощуванні без накриття, і відповідно прискорити виробництво продукції. В теплу пору, коли зовнішня температура стає сприятливою і немає загрози приморозків, укривний матеріал з безкаркасного укриття знімають.

*Аркові тунельні укриття* – це прості групові укриття (рис. 2). Їх каркас виготовляють з гнучких прутів будь-якого матеріалу – дерева, пластмасових трубок, дроту-катанки діаметром 5–6 мм, вигнутих у вигляді арки.

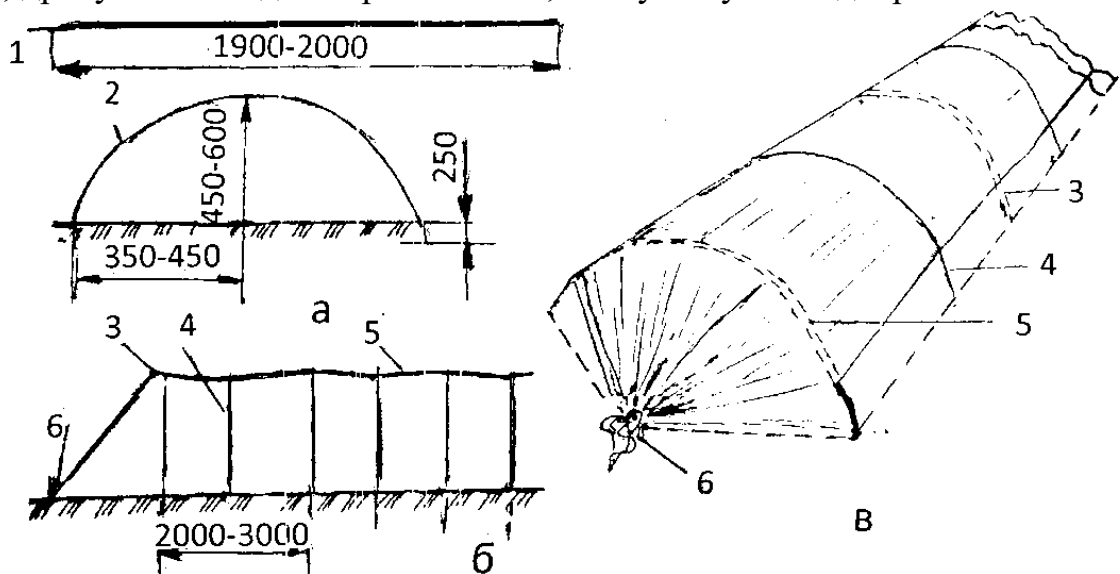


Рис. 2. Групове каркасне укриття тунельного типу:

- а – заготовка і арка каркасу; б – схема розміщення деталей тунелю; в – загальний вигляд тунельного укриття;  
 1 – заготовка з дроту; 2 – арка каркасу; 3 – опорні арки; 4 – закріплювальні арки;  
 5 – укривний матеріал; 6 – кілок для кріплення шпагату і укривного матеріалу

Кінці арок втикають у землю на глибину 15–20 см. Відстань між арками – 1–1,5 м. Залежно від використання укриттів ширина захищеної ділянки ґрунту може бути 70–120 см, висота укриття – 45–60 см.

Довжина тунелю – 10–100 м. Щоб каркас укриття був міцніший і накриття не провисало, арки вповодж між собою у кілька рядів зв'язують шпагатом або м'яким дротом, а в торцях кінці натягнутого шпагату прикріплюють до кілків, вбитих у землю. Зверху на каркас накладають полотнище плівки або агроволокна шириною 1,4–1,6 м. Краї укривного матеріалу вздовж каркасу присипають землею. В торцях тунелю плівку або агроволокно збирають жмутом і прив'язують до кілків, вбитих у землю.

Для більшої вітростійкості поверх укриття через 2–3 м накладають закріплювальні арки, втикаючи їх кінці на 25–30 см у ґрунт. Поверхня ґрунту всередині тунельного укриття за рахунок парникового ефекту нагрівається, і через 2–3 доби після влаштування укриття можна висадити розсаду або провести сівбу насіння. Ґрунт у тунельному укритті можна також підігрівати іншими способами (у ґрунт закопують соломку, свіжий розігрітий гній, обігрівний ізолюваний електропровід тощо). Розсаду холодостійких овочевих рослин у такі укриття висаджують на 1–2 тижні раніше, а тепловимогливих – на 2–3 тижні раніше як у відкритий ґрунт. Розміщують рослини стрічковим способом за схемою 90+50 см або 110+30 см.

*Укриття розбірне переставне (УРП-20)* використовують як наземний переносний парник на біологічному обігріві для вирощування розсади, призначеної для відкритого ґрунту, а також для вирощування овочевої продукції. Укриття можуть бути використані для одержання раннього врожаю зелені багаторічних овочевих культур (рис. 3).

З боків на вертушках закріплюють торцеві дошки довжиною 1,6 м. Зверху крокви з'єднують гребневим брусом. На зібраний каркас укриття зверху накладають полотнище плівки або агроволокна шириною 2,8–3 м і закріплюють його планкою в перерізі 1х2 см, прибитою цвяхами до з'єднувального бруса. З обох боків укривного матеріалу, який звисає по схилах каркаса, вздовж бортових дощок за допомогою вузеньких планок прибивають натяжні бруски-бобіни, які відтягують під своєю масою укривний матеріал, тримають його натягнутим. Щоб вітер не зачухував укривного матеріалу, бруски-бобіни шпагатною чи дротяною петлею закріплюють до бортових дощок. При влаштуванні вентиляції плівку (агроволокно) намотують на бруски-бобіни, обертаючи їх зверху вниз. Торцеві трикутні проsvіти в торцях укриття закривають трикутними рамками, обтягнутими укривним матеріалом,

або беруть жмутом і закріплюють до кілків, забитих у землю з торцевих боків від укриття.

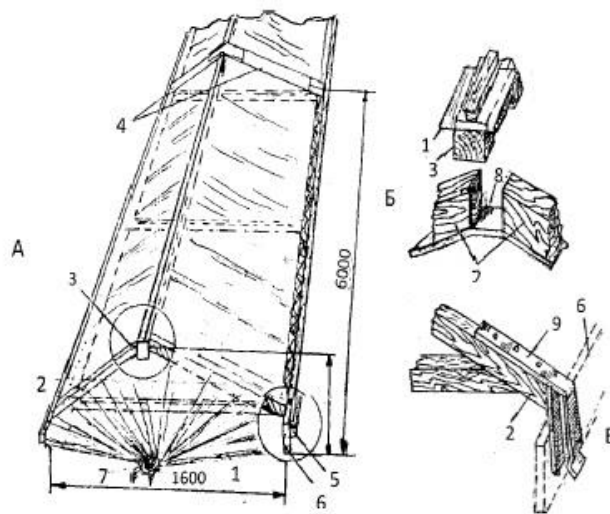


Рис. 3. Укриття розбірне переставне УРП-20 (розміри в мм):

А – загальний вигляд; Б – місце з'єднання крокви з гребневим брусом; В – місце з'єднання крокви з бортовою дошкою

1 – укривний матеріал (плівка, агроволокно); 2 – верхня і нижня деталі крокви; 3 – гребневий брус; 4 – дошки-накладки на стики в торцях суміжних каркасів; 5 – бобіна; 6 – бортова дошка; 7 – кілок для закріплення плівки в торцях укриття; 8 – металева з'єднувальна накладка у верхній частині крокви; 9 – сталева вилка для з'єднання крокви з бортовою дошкою

Три-чотири каркаси довжиною 5–6 м кожний встановлюють в один ряд торцевими боками. Стики окремих каркасів зверху прикладають накладками, які виготовлені з двох широких дошок з одного боку з'єднаних між собою шарнірно. Одну дошку кладуть на стик на один схил, другу – на другий, створюючи надійну герметичність укриття. Завдяки такій конструкції всередині створюються сприятливі температурні умови повітряного режиму. Влаштування такого укриття дає змогу вирощувати високостеблові рослини.

Завдяки простій конструкції каркасу укриття можна швидко зібрати на місці. Каркаси встановлюють на відстані 70 см один від одного або стрічками – два ряди на відстані 70 см. Відстань між стрічками повинна становити 5 м, щоб можна було заїхати транспортом для завезення ґрунтосумішки і вивезення розсади. При необхідності каркаси не розбираючи можна легко перенести на іншу ділянку.

## БУДОВА ПАРНИКІВ ТА СИСТЕМИ ЇХ ОБІГРІВУ

**Парник** – це найпростіший вид культиваційних споруд зі знімним покриттям і малим внутрішнім об'ємом. В парнику обмежені можливості регулювання факторів середовища, застосування механізації, а строки і якість робіт залежать від погоди. Проте і сьогодні вони мають практичне значення, так як для їх виготовлення не вимагається значних матеріальних витрат. Розміщувати парники слід на добре освітлених, захищених від вітрів місцях, орієнтуючи їх зі сходу на захід, а нахил парникових рам на південь. В парниках вирощують розсаду для відкритого ґрунту, а також ранні овочі. За конструктивними особливостями парники поділяють на наземні (переносні) і котлованні (заглиблені).

За будовою покриття парники бувають односкілі і двоскілі (бельгійські). Найбільш поширені парники односкілі з дерев'яною або бетонною обв'язкою.

За способом обігріву розрізняють парники з біологічним, електричним, водяним і калориферним обігрівом.

Основні елементи конструкції заглибленого парника такі: котлован, вінець (обв'язка, короб), парникова рама розміром 160×106 см і парникова солом'яна мата розміром 2×1,2 м. Котлован має довжину 21,2 м, ширину у верхній частині 1,5 м і глибину 0,6–0,7 м. У котловані парника з біологічним обігрівом у нижній частині розміщують відповідно підготовлене біопаливо – свіжий розігрітий гній або інші органічні матеріали, що можуть замінити гній, а зверху біопалива розміщують ґрунтосумішку товщиною шару 12–18 см (рис. 4). У котловані парників з технічним обігрівом у нижній частині розміщені елементи обігріву (труби, електричні нагрівні дроти, канали калориферного обігріву). Нагрівні елементи зверху засипані шаром піску 8–10 см для рівномірного розподілу тепла по всій поверхні під ґрунтосумішкою і для акумулювання тепла, зверху – шар ґрунтосумішки.

Вінець (обв'язка) парника виготовляється по периметру котлована з круглих дерев'яних балок діаметром 10–15 см або із збірних залізобетонних деталей чи інших матеріалів і є опорою для парникових рам. Стандартний парник має довжину 21,2 м, ширину 1,6 м. Його накривають 20-ма парниковими рамами. Котлован парника по довжині спрямований із заходу на схід, тому поздовжні балки вінця називають північним і південним парубнями. Закріплюють їх на поперечних балках, які називають пересовами, якщо вони розміщені впоперек котлована, або лежнями, коли вони розміщені на доріжках між сусідніми котлованами.



Вінець із залізобетону складається з окремих деталей: лежнів довжиною 82 см, шириною 20 см і товщиною 8 см; обв'язка монтується з окремих плит довжиною 211 см, товщиною 5 см. Ширина плит південного парубня – 15 см, а північного – 20 см. З торцевих боків парника до поздовжніх парубнів приварюють електрозварюванням до випущених прутиків арматури торцеві приголовки-плити товщиною 5 см, довжиною 1,6 м і шириною з одного боку 15 см, а з другого – 20 см.

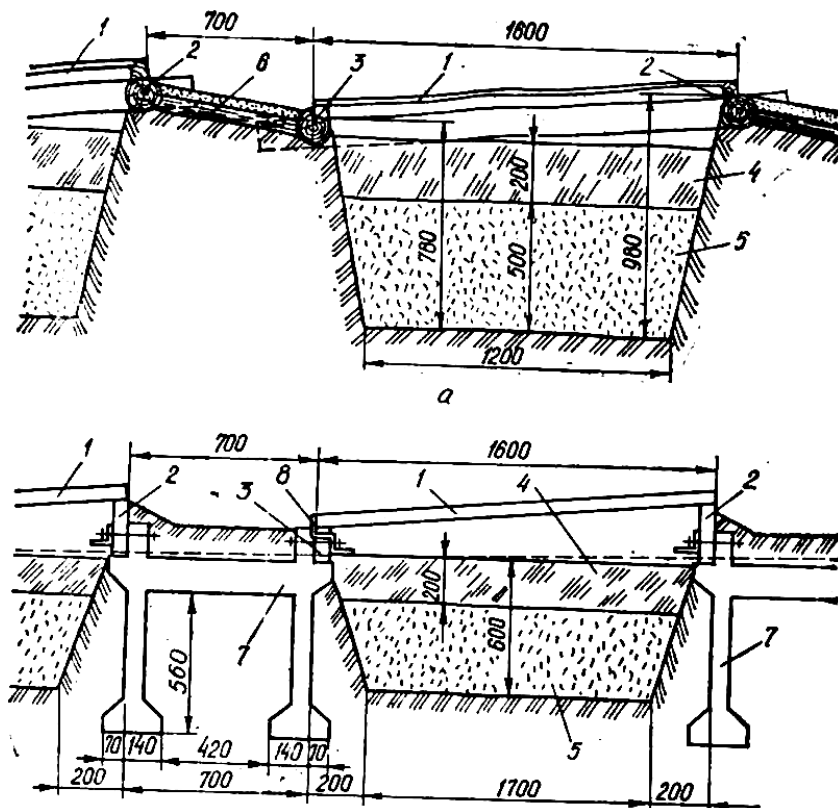


Рис. 4. Поперечний розріз заглибленого (котлованного) парника з біологічним обігрівом:

*a* – з дерев'яною обв'язкою на лежнях; б – з обв'язкою із збірних залізобетонних деталей; 1 – рама, 2 – північний парубень, 3 – південний парубень, 4 – ґрунтосумішка, 5 – біопаливо, 6 – лежень, 7 – опорна рама, 8 – металева скоба для упору рам.

Найміцнішим вважається вінець парника, змонтований із спеціальних панелей. Панель – це залізобетонна деталь, яка одночасно є доріжкою між сусідніми котлованами. Один бік панелі має висоту 25, другий – 15 см. Вони є відповідно північним і південним парубнями. Довжина панелі – 211 см, тому 20-рамний парник монтують з 10 панелей, складених торцями одна до одної. Для надійності конструкції на стиках панелей та з торцевих боків першої і десятої панелей вкопують опорні бетонні рамки. Між двома рядами змонтованих на опорах панелей влаштовують котлован. З торців котлована до арматури панелей приварюють торцеві приголовки. Парник, змонтований з

панелей на опорах, дає змогу механізувати роботу з наповнення котлованів гноєм, заправки ґрунтосумішкою та очищення котлованів в кінці сезону.

Конструкції каркаса (вінця) парників з бетонними парубнями з біологічним і технічним обігрівом істотно не відрізняються. Вони мають лише різні за будовою обігрівні елементи.

Електрообігрів – найбільш досконалий спосіб забезпечення теплом культивацийних споруд, при якому можна точно підтримувати встановлений температурний режим і легко автоматизувати керування цим процесом. Електрообігрів надійний у роботі, не шкідливий для людей і рослин, але є найдорожчим.

Для влаштування системи обігріву парників з електричним обігрівом найчастіше використовують такі типи нагрівних елементів як: сталевий оцинкований провід в ізоляційній трубі або сталевий провід ПОСХВ, ПОСХП ізольований в цементній стяжці. Влаштування системи обігріву парників з електричним обігрівом сталевим оцинкованим проводом в ізоляційній трубі розроблений на квартал площею 240 рам.

Котловани під кожний парник копають індивідуально. У перемичках між окремими котлованами встановлюють опорні рами, а зверху на них панелі парубнів.

У парниках з ґрунтово-повітряним обігрівом, електронагрівні елементи виконані у вигляді 2–3 ниток оцинкованого сталевого дроту діаметром 2,5–3 мм, натягнутих у керамічних або азбестоцементних трубах діаметром 8–10 см. Щоб дріт усередині труби розміщувався по центральній осі, в трубах є опорні клищі через кожні 1,5–2 м. Для повітряних нагрівальних елементів використовують труби діаметром до 50 мм. Труби повітряного обігріву підвішують на гачках до південного і північного парубнів.

Обов'язковою умовою правильного монтажу труб повинно бути точне горизонтальне розміщення. При невиконанні цієї умови нагріте повітря у трубах переміщуватиметься до піднятого кінця, що приведе до нерівномірного нагрівання ґрунту і повітря по довжині парника.

Труби укладають на дно котлована на ізоляційний шар із жухелиці або керамзиту товщиною 15 см, труби розміщують в шарі піску 25 см, а зверху на пісок насипають ґрунтосумішку. Торці труб і кінці нагрівних дротів виводять у монтажні прямки, де дроти приєднують до електромережі через магнітні пускачі, змонтовані на електрощитах, що встановлені поряд з кварталами парників. Торці труб закриті керамічними кришками, а стики їх герметизовані цементним розчином і з'єднувальними муфтами.

Загальна довжина дроту одного нагрівного елемента має бути не менш як 160–180 м. У такому елементі сила струму становитиме 6–8 А, а

температура нагріву дроту – до 400 °С. Три такі нагрівні секції за довжиною, що проходять через 3 або 4 двадцятирамних парники (всього 9–12 парників), з'єднують і вмикають у трифазну мережу на зірку або трикутник. За допомогою спеціальних пакетних перемикачів, змонтованих на електрощитах, елементи нагріву кожної групи парників при невеликих витратах тепла можна вмикати на напругу 220 В. Спеціальними датчиками, що встановлені у парнику, і електромагнітними реле в парниках з електрообігрівом встановлена температура підтримується автоматично.

Для обігріву парників також використовують сталевий оцинкований дріт діаметром 1,1 мм з ізоляцією поверхні поліхлорвінілом (провід ПОСХВ) або поліетиленом (провід ПОСХП). Зовнішній діаметр проводів становить відповідно 2,9 і 2,3 мм. Укладаються вони під шаром ґрунтосумішки в захисній цементній стяжці товщиною 4–5 см.

Будівельна частина парника передбачає два варіанти будови обігріву: варіант для розрахункової зовнішньої температури мінус 30°С і варіант для температури мінус 20°С. Для першого варіанта потужність нагрівальних елементів становить 6,66 кВт, а для другого 5,0 кВт.

Потужність 6,66 кВт утворюється чотирма відрізками проводу довжиною по 172 м, три з яких увімкнені на «зірку», а четвертий – додатковий увімкнений окремо на 220 В. Потужність 5,0 кВт утворюється трьома відрізками проводу завдовжки по 172 м, ввімкнених на «зірку».

На дно котловану на ізоляційний матеріал насипають шар піску так, щоб біля стін він був на 70 мм товщий, ніж у середині. Після цього біля торцевих стінок котловану закріплюють дерев'яні планки з пазами, в які послідовно по довжині котловану укладають з хорошим натягом відрізки проводу довжиною по 172 м.

Будова парника з обігрівом проводом ПОСХП аналогічна парнику з трубчастими нагрівниками, але вилучені обидва монтажних приямки. Нагрівальний провід монтують у пазах дерев'яних планок, як і в попередньому випадку. Нагрівальний елемент парника складений з чотирьох відрізків проводу: двох – довжиною по 128 м і двох – довжиною по 43 м. Відстань між нитками проводів змінна: біля парубнів менша, в центрі більша. Кінці усіх проводів виводять у клемну коробку.

При використанні проводу слід пам'ятати, що оптимальна температура нагрівання оболонки проводу ПОСХВ становить 60°С, а ПОСХП до 90°С і не можна допускати, щоб провід нагрівався вище цих значень.

Потужність електронагрівних елементів електропарників визначають за формулою:

$$D = KS (t_3 - t_n) / 1000,$$

де **K** – коефіцієнт тепловіддачі з 1 м<sup>2</sup> поверхні при перепаді температури в 1 °С, Вт (10 Вт);

**S** – площа заскленої поверхні парника (20 рам), м<sup>2</sup> (34 м<sup>2</sup>);

**t<sub>3</sub>** – мінімальна температура зовнішнього повітря у період використання споруди, °С;

**t<sub>n</sub>** – розрахункова температура повітря в парнику, °С.

*Водяний обігрів парників.* Парники з водяним обігрівом мають звичайну обв'язку із збірних залізобетонних деталей. Парник обігривається подачею гарячої води в труби підґрунтового і повітряного обігріву. У котлованах парників глибиною 0,5 м на теплоізоляційному шарі з жужелиці або керамзиту на спеціальні підкладки укладають дві металеві труби діаметром 8–10 см з невеликим нахилом в один бік, щоб у разі потреби можна було випускати всю воду. Для рівномірного розподілу тепла зверху труб насипають пісок шаром 5 см, поверх піску насипають поживну ґрунтосуміш шаром 15–20 см. Над ґрунтосумішкою з внутрішнього боку парубнів труби надґрунтового обігріву діаметром 5–7,5 см закріплюють на кронштейнах. З 5 або 12 двадцятирамних парників труби підґрунтового і повітряного обігріву з'єднують в чотири змійовики-реєстри. Пара підґрунтових і повітряних реєстрів працює за принципом протитоків теплоносія. Це забезпечує однакову температуру пари труб у будь-якому місці 5 або 12 парників.

Одночасно можна ввімкнути або перекрити циркуляцію води в 100 (5 парників) або 240 рамах (12 парників). Вода в системі труб циркулює зі швидкістю 0,4 м/с. Розрахунковий перепад температури 10 °С (на вході в реєстр і виході). У кожній рамі 4 м труб. Максимальна витрата теплоти – 1,26 кДж/год на одну раму площею 1,5 м<sup>2</sup>. Температура теплоносія для обігріву парників 40–45 °С для повітряного обігріву і 40–70 °С – для підґрунтового.

### **Контрольні запитання:**

1. Вкажіть види утепленого ґрунту.
- 2 Назвіть основні елементи конструкції безкаркасного плівкового укриття, розробленого М. Н. Вольфом.
3. Назвіть основні елементи конструкції аркового тунельного укриття.
4. Назвіть основні елементи конструкції УРП–20.

5. Які укритві матеріали використовують за влаштування різних видів утепленого ґрунту? Охарактеризуйте їх.
6. Вкажіть переваги агроволокна перед синтетичною плівкою.
7. Яке призначення парників?
8. Як поділяють парники за конструктивними особливостями і будовою покриття?
9. Вкажіть розмір парникової рами.
10. З яких елементів складається заглиблений парник?
11. Які особливості влаштування і принцип роботи системи електрообігріву ґрунту в парниках?
12. Які види електронагравних проводів використовують для обігріву ґрунту в парниках?
13. Назвіть способи обігріву парників.
14. Який принцип роботи системи водяного обігріву в парниках?
15. Вкажіть параметри теплоносія системи обігріву в парниках.

## **ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №2**

### **БУДОВА ЗИМОВИХ ТЕПЛИЦЬ АНГАРНОГО ТА БЛОКОВОГО ТИПУ**

**Мета:** вивчити особливості будови зимових ангарних та блокових теплиць.

#### **Завдання для самостійної роботи.**

1. Зробити ескіз поперечного розрізу теплиці, на якому показати фундамент, елементи даху, бічні стіни, розташування припливної та витяжної вентиляції.
2. На основі ескізу в лабораторному зошиті намалювати схему поперечного розрізу теплиці ангарного типу.
3. Виписати основні технічні характеристики варіантів ангарних теплиць.
4. Ознайомитись за підручниками, посібниками і методичними вказівками з конструктивними особливостями блокових зимових теплиць.
2. Виписати конструктивно-експлуатаційні характеристики зимових теплиць блокового типу (висота бокових стін, висота до гребеня, ширина ланки, форма покрівлі, планувальна мережа, влаштування вентиляції, системи зрошення, живлення, збагачення CO<sup>2</sup>, випарного охолодження, дренажу).
3. Намалювати фрагменти зимових теплиць блокового типу.

**Методичні вказівки.** Засклені теплиці ангарного типу, як правило, зимові. Вони обладнані потужною системою обігріву, мають міцний каркас. Їх використовують майже цілий рік. Узимку такі теплиці обігрівають, щоб на

поверхні покрівлі не нагромаджувався сніг. Каркас теплиці і скляне накриття даху розраховані на можливе снігове навантаження 245–441 Па/м<sup>2</sup> залежно від кліматичної зони.

За виробничим призначенням розрізняють теплиці овочеві, в яких вирощують овочеву продукцію, і розсадні (розвідні), в яких вирощують розсаду для висаджування в овочеві теплиці. Розсадні теплиці у другому обороті використовують як овочеві.

За внутрішнім обладнанням і способом вирощування овочевих рослин розрізняють ангарні теплиці *стелажні*, в яких ґрунтосумішка знаходиться в залізобетонних ємкостях глибиною 20 см, встановлених на висоті 70–80 см від поверхні ґрунту (нульової точки), *ґрунтові*, в яких рослини ростуть безпосередньо в ґрунтосумішці (використовують дернову землю, перегній, різні види торфу, солому, тирсу, компост в різних комбінаціях і співвідношеннях) і *гідропонні*, в яких рослини вирощують з використанням твердих інертних матеріалів. При гідропонному методі спеціальні водонепроникні піддони або стелажі обладнані системою подачі та зливу поживного розчину. Коренева система рослин розміщена в природному або штучному інертному субстраті (гравій, гранітний щебінь, керамзит, перліт, вермикуліт). Окремим найбільш розповсюдженим в сучасних умовах є малооб'ємний метод гідропонного вирощування овочів з використанням мінеральної вати, кокосових волокон тощо. Живлення рослин відбувається за допомогою водних розчинів мінеральних солей.

Існує також спосіб вирощування рослин – *аеропонний*. За аеропонного методу корені рослин ізольовані від природного світла і знаходяться у камері без субстрату, а живлення відбувається за рахунок їх періодичного обприскування поживним розчином.

Показники, що характеризують параметри теплиці: ***коефіцієнт огородження*** – відношення сумарної площі поверхонь покрівлі і стін до інвентарної площі теплиці. ***Інвентарна площа*** – це добуток внутрішньої ширини на довжину теплиці. ***Будівельна площа*** – добуток зовнішньої ширини на довжину теплиці, ***корисна площа*** – частина внутрішньої поверхні ґрунту, на якому безпосередньо розміщені рослини, включаючи проходи між грядками.

*Ангарна теплиця з шириною прольоту 14 м (рис. 1).* Несучі конструкції ангарної теплиці з шириною прольоту 14 м виконані із сталевих прутково-кутникових збірних півферм, які опираються на бетонні фундаменти-подушки.

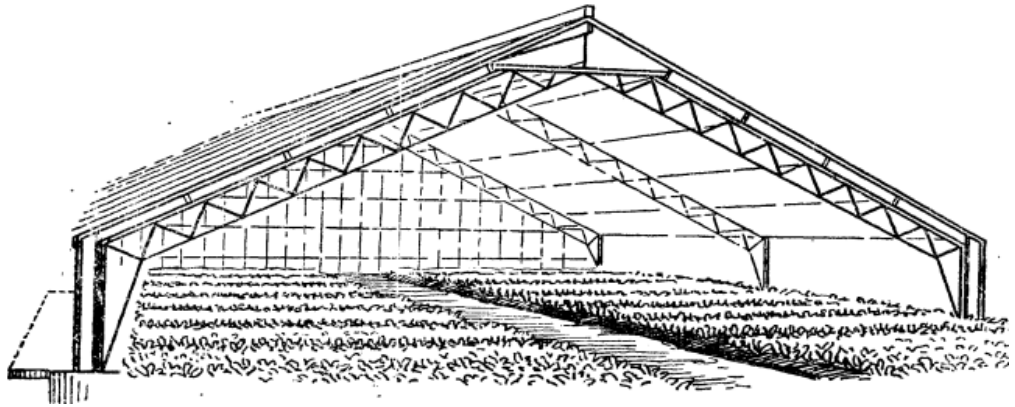


Рис. 1. Каркас з пруткових ферм ангарної теплиці з шириною прольоту 14 м.

Довжина теплиці 71,2 м, висота до конька 5,04 м. Висота бокових стін 1,6 м. Цокольна частина стін змонтована із залізобетонних плит розміром 4000x650x80 мм, дах теплиці і верхня частина бічних і торцевих стін засклені по металевих Т-подібного перерізу шпросах з використанням клямерів і герметизуючої мастики.

Шпроси розміщені на стояках висотою 15 см. Стояки приварені до труб прогонів, які одночасно є складовою частиною каркаса і реєстрами шатрового обігріву. Система обігріву в овочевих теплицях – трубна, в розсадних теплицях комбінована – трубно-калориферна.

Система поливу в зазначеній споруді – дощуванням і шлангова; вентиляція – припливно-витяжна. Фрамуги бічної вентиляції відкриваються спеціальними гвинтовими механізмами, а витяжні гребеневі фрамуги – за допомогою системи тросових блоків і важелів.

Система обігріву розрахована в двох варіантах: для мінімальної температури зовнішнього повітря північних районів мінус 30-40°C і мінус 20°C – районів півдня. При організації тепличного господарства теплиці такого типу групують за допомогою з'єднувального коридора.

Розсадна теплиця відрізняється від овочевої системою додаткового електричного досвічування і більш досконалою комбінованою системою обігріву. Засклення таких теплиць проводиться внапуск із закріпленням кожного листа скла клямерами до шпросів. Щілини між склом і металевими шпросами герметизують спеціальною мастикою МГТ-80. Товщина скла для стін – 3 мм, для даху – 4-5 мм залежно від снігового навантаження. Ширина скла (відстань між шпросами) повинна в 120-150 разів перевищувати товщину, а довжина – в 1,5 рази ширину скла. Відстань між шпросами 0,5 м. Кут нахилу даху становить 24°, а коефіцієнт огородження 1,45.

*Ангарна теплиця з шириною прольоту 18 м (рис. 2).* Довжина теплиці 83,7 м, інвентарна площа 1500 м<sup>2</sup>. За допомогою з'єднувального коридору їх об'єднують в тепличний комплекс площею 30000 м<sup>2</sup>. Такий тепличний комплекс складається з 18 овочевих і 2 розсадних ґрунтових теплиць з побутовими і допоміжними приміщеннями.

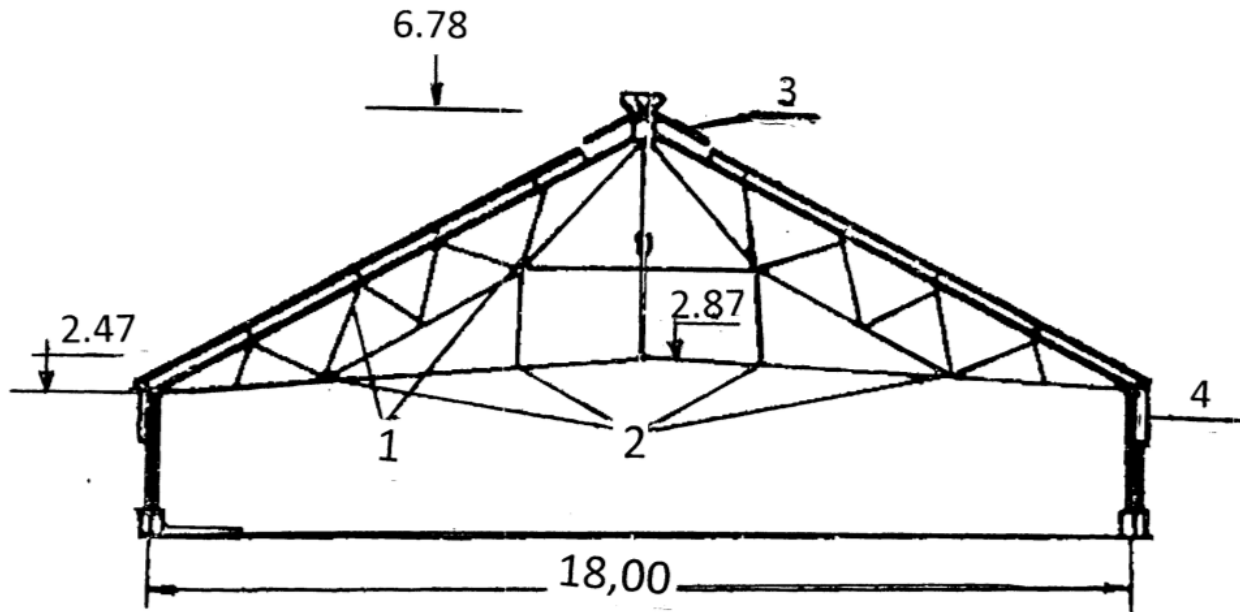


Рис. 2. Поперечний розріз зимової ангарної теплиці з шириною прольоту 18 м:

1 – дріт; 2 – канат; 3 – фрамуга витяжної вентиляції; 4 - фрамуга припливної вентиляції

Несучою частиною каркаса є ферми із гнутих оцинкованих сталевих профілів, з нижнього боку армованих прутком і сталевим тросом. Крок опор – 18х6 м, кут нахилу покрівлі – 26°. Шпроси фігурного профілю змонтовані на металеві балки-прогони, які лежать на фермах і проходять по всій довжині теплиці. Відстань між шпросами – 75 см, застосування даху і стін виконане внапуск з клямерами і герметизуючою мастикою МГТ-80 або Гелан. Способи герметизації можуть бути і іншими (рис.3).

Вентиляція теплиці припливна і витяжна, верхня гребенева і бічна, фрамуги відкриваються автоматично. Коефіцієнт огороження – 1,47, розрахункове навантаження вітрове – 441 Па/м<sup>2</sup>, снігове – 196 Па/м<sup>2</sup>. Система обігріву – комбінована трубно-калориферна.

Температура теплоносія для бічного і шатрового обігріву – 70-130°C і для ґрунтового – 40°C.



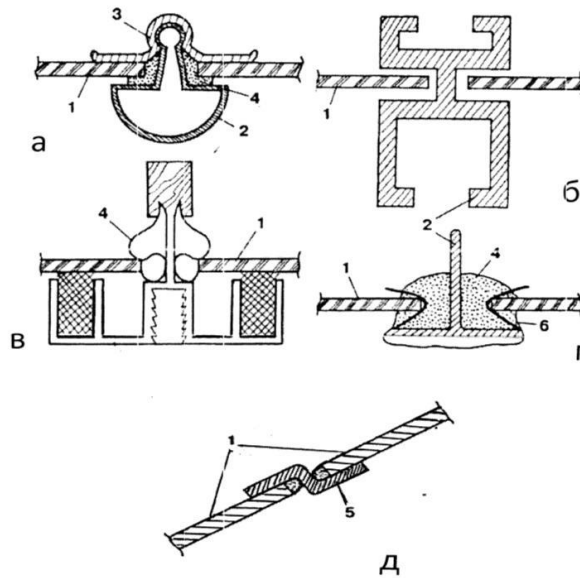


Рис. 3. Способи герметизації скла:

а – з застосуванням герметизуючої мастики; б – беззамазочне засклення; в – з застосуванням ущільнювача; г – кріплення скла до шпрусів таврового ділення; д – з'єднання скла за допомогою клямера; 1 – скло; 2 – шпрос; 3 – клямер; 4 – герметизуюча мастика, замазка чи ущільнювач; 5 – клямер КЛ-3; 6 – штифт

Проектом передбачені автоматичне регулювання температури повітря і ґрунту, концентрації розчинів мінеральних добрив і температури поливної води, керування поливом. Теплиці обладнані системою стерилізації ґрунту парою. Рослини підживлюються вуглекислим газом, у розсадних теплицях є система досвічування розсади опромінювачами ОТ-400. Основні операції з підготовки ґрунту механізовані. Витрати металу на 1 м<sup>2</sup> інвентарної площі становлять 13,08 кг.

У світовій практиці теплицебудування існують промислові теплиці ангарного типу з шириною прольоту між фермами 21–24 м (рис. 4). Висота бічних стін – 2,95 м, висота до конька 8,12 м. Вентиляція припливна і витяжна. Каркас теплиць виконаний із полегшених профілів. Конструкції теплиць захищені від корозії цинковим покриттям товщиною 80 мкм. Покриття і стіни засклені віконним склом товщиною 4 мм по алюмінієвих шпросах на гумових ущільнювачах. Дах вкритий одинарним склом, стіни мають подвійне засклення або використовують полікарбонат товщиною 10–16 мм.

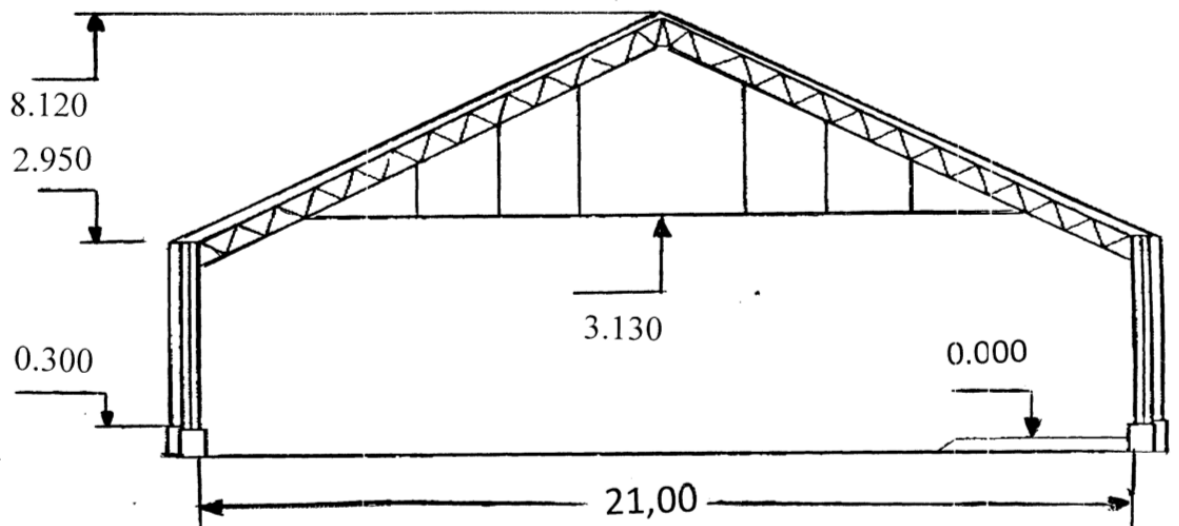


Рис. 4. Поперечний розріз зимової ангарної теплиці з шириною прольоту 21 м.

*Примітка:* розрізи наведені в метрах.

Фундаменти: збірні бетонні, набивні сваї. Цоколь: монолітний залізобетонний, збірний залізобетонний. Система обігріву теплиць розрахована на цілорічне їх використання з температурою теплоносія 70–95°C (70–130°C). Компенсація тепловитрат забезпечується контурним обігрівом. Величина витяжної вентиляції становить 25% поверхні покрівлі теплиць.

Для підтримання мікроклімату в теплицях, підживлення рослин, зменшення перегріву повітря передбачено кілька систем: краплинний полив, випаровуюче охолодження, полив дощуванням. Розчини мінеральних добрив підготовлюються у розчинному вузлі і транспортуються до кореневмісного шару рослин індивідуально.

## КОНСТРУКЦІЯ ЗИМОВИХ БЛОКОВИХ ТЕПЛИЦЬ

Каркас зимових теплиць блокового типу виконаний з оцинкованих гнутих профілів із міцної сталі, окремі елементи виготовлені з алюмінію. Вкрита теплиця склом товщиною 4 мм. Призначені ці теплиці для цілорічного використання, оскільки мають потужну систему обігріву і вентиляцію. Розсадні відділення обладнані системою штучного досвічування рослин. Складовою блокових теплиць є ланка, яка у різних проєктів має ширину 6,4; 8,0; 9,6; 12,8 м. Окремі ланки за допомогою жолобів з'єднані в блоки різної площі.

Блокові теплиці збудовані в Україні до 1990 р. мають три варіанти компоновки. Перший це однокотарні теплиці які мають 22 ланки по 6,4 м шириною. Тепличний комбінат площею 6 га має 6 однокотарних теплиць з'єднаних коридором.

Другий варіант компоновки – два блоки по 3 га в кожному з'єднані коридором. Третій варіант компоновки 6 га під одним дахом.

Суцільний шестигектарний блок розділений легкими пластиковими прозорими перегородками на однокектарні карти.

За паспортними даними один гектар блокових теплиць цього покоління за одну годину при температурі мінус 20 0С потребує 5 гкал тепла.

Блокові теплиці будують за проектами відповідно до вимог замовника та місця розташування за кліматичною зоною. За звичай тепличний комбінат першого типу компоновки включає шість однокектарних теплиць, з'єднаних коридором шириною 6,4 м. Міжтепличні проміжки – 15,45 м. В одному блоці є розсадне відділення площею 0,5 га, розділене скляною перегородкою. Площа забудови 64200 м<sup>2</sup>, інвентарна площа однієї теплиці – 10560 м<sup>2</sup>, площа коридору – 1753 м<sup>2</sup>. Одна теплиця складається з 22 ланок шириною 6,4 м кожна. Планувальна мережа несучих опор – 6,4х3,0 м.

Розміри теплиці – 140,8х76 м. Металеві стояки монтують на залізобетонні збірні фундаменти. По периметру зовнішніх стін цоколь теплиці зроблено із залізобетонних плит (Рис. 5).

Каркас теплиці металевий з протикорозійним покриттям, шпроси з листової сталі фігурної форми. Основні елементи каркаса: металеві стояки, лотки з листової сталі, крокви, балки-прогони, гребеневі балки, розтяжки, шпроси фігурні з листової сталі, кронштейни, з'єднувальні деталі з гнutoї листової сталі, болти, мірне скло для покриття, металеві клямери для закріплення скла. Висота бічних стін до лотків – 2,6 м, до гребеня даху – 4 м. Відстань між шпросами – 75 см, коефіцієнт огороження – 1,3.

Обігрів теплиці – трубний з реєстрами шатрового, підлоткового, пристінного, надґрунтового обігріву. Підґрунтовий обігрів змонтований з поліетиленових труб діаметром 25 мм, укладених у шарі підґрунтового піску на відстані 36 см одна від одної, тобто в кожній ланці теплиці прокладено 18 труб.

Температура води, що циркулює в системі обігріву повітря від автономної котельні – 95–70 °С, від централізованої ТЕЦ – 130–70 °С. Система обігріву розрахована на зону з температурою зовнішнього повітря найбільш холодної п'ятиденки – 20–30 °С і найбільш холодної доби – 35–25 °С.

Проектом передбачені автоматичне регулювання температури повітря в теплицях, керування поливом ґрунту, зволоження повітря, електродосвічування розсади у розсадному відділенні, регулювання температури води в системі обігріву ґрунту, регулювання концентрації робочого розчину мінеральних добрив для підживлення рослин і керування підживленням, керування подачею вуглекислого газу в теплиці. Теплиці обладнані дренажем, механізмами з електроприводами для відкривання вентиляційних фрамуг, системою пропарювання ґрунту парою, устаткуванням для приготування і подачі розчинів пестицидів для захисту рослин від шкідників і хвороб.

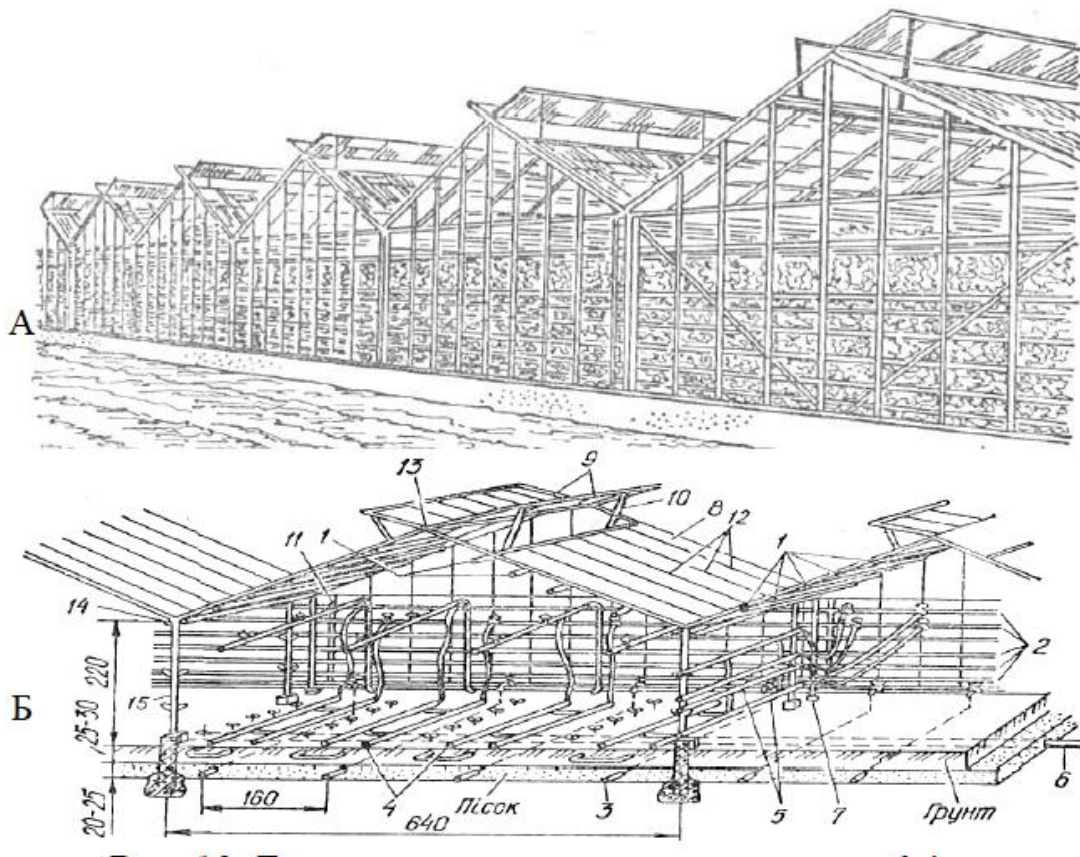


Рис. 5. Блокова теплиця з шириною ланки 6,4 м:

А – загальний вигляд; Б – схема будови; 1 – сталеві труби шатрового обігріву; 2 – сталеві труби пристінного обігріву повітря; 3 – пластмасові труби підґрунтового обігріву; 4, 5 – сталеві труби надґрунтового обігріву повітря; 6 – дренажні гончарні труби; 7 – водостік для відведення дощової води з даху в каналізацію; 8 – скло; 9 – фрамуги гребеневої вентиляції; 10 – рейкова система відкриття вентиляції; 11 – труби системи поливу з форсунками.

Полив здійснюють водою, підігрітою до  $+25\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Вода на полив надходить магістральними трубами діаметром 154 мм. Діаметр поливних труб – 25 мм. Вони виготовлені з чорного поліетилену, щоб у них не розвивалися водорості. Дренаж збудований з керамічних труб діаметром 50 мм, укладених на глибині 75 см від поверхні ґрунту і на відстані 6 м одна від одної. Діаметр труби дренажного колектора – 150 мм. Вузол для приготування розчинів пестицидів обладнаний агрегатом «Темп» АПР, системою насосів для подавання робочого розчину в магістральний трубопровід.

Для підживлення рослин вуглекислим газом передбачена установка батареї балонів із зрідженим газом, розміщена в з'єднувальному коридорі. Для термічного знезараження ґрунту теплиці обладнані паропроводами, по яких пара під тиском подається в теплиці і за допомогою міцних гнучких шлангів та металевого розподільника спрямовується під шатра з термостійкої армованої поліпропіленової плівки. Такі теплиці призначені для районів з розрахунковою температурою зовнішнього повітря найбільш холодної п'ятиденки мінус  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ , вітрового навантаження  $45\text{ кг/м}^2$  і снігового  $15\text{ кг/м}^2$ .

Варіант проекту за яким шестигектарний комбінат складається з двох окремих багатоланкових блоків по 3 га кожний, з'єднаних перехідним коридором. Розмір одного блоку 352,3x87 м. Кожний блок монтується з 55 ланок шириною 6,4 м кожна. Крок опор теплиці – 6,4x3 м.

Каркас теплиці запроєктований з металоконструкцій заводського виготовлення з протикорозійним покриттям (оцинкований) і не потребує фарбування. Для зручності експлуатації кожний тригектарний блок розділений скляною перегородкою на два відсіки по 1,5 га кожний. В одному блоці виділено розсадне відділення площею 0,5 га. Засклення теплиці проводиться мірним склом стандартних розмірів, що не потребує різання. Скло на каркасі прикріплюється за допомогою клямерів і герметизуючої мастики МГТ-80 чи «Гелан».

Площа забудови – 61751 м<sup>2</sup>, робоча площа – 60 233 м<sup>2</sup>, площа під усіма підрозділами комбінату – 10,71 га, інвентарна площа одного блока – 30 650 м<sup>2</sup>. Висота теплиць до водозбірних лотків – 2,6 м, до гребеня даху – 4,1 м.

Обігрів теплиці трубний з розміщенням реєстрів у зоні шатра, по периметру стін, на стояках уздовж лотків і під лотками, щоб узимку в них не намерзав лід. Передбачено підґрунтовий обігрів у поліетиленових трубах і надґрунтовий в металевих трубах, які одночасно використовують як рейки до тепличних візків ТУТ-100.

Температура теплоносія 130–70 °С, що дає змогу зменшити на 30% витрати труб у системі обігріву. Розрахункова температура зовнішнього повітря найбільш холодної доби – 30 °С. Коефіцієнт огороження – 1,21.

Теплиці обладнані такими системами: полив рослин дощуванням; внесення підживлень мінеральними добривами через систему дощування; подачі розчинів пестицидів для захисту від шкідників і хвороб; відкривання і закривання вентиляційних фрамуг; електродосвічування розсади у розсадному відділенні; стерилізації ґрунту парою; дренажною системою.

Основні операції, пов'язані з підготовкою ґрунту, внесенням добрив, у теплицях механізовані, а регулювання температурного режиму в теплицях, керування поливом і підживленням автоматизовані у комп'ютерному забезпеченні.

Варіант компонування шести однокотарних теплиць, з'єднаних коридором під одним дахом, без міжтепличних проміжків має розмір блоків теплиць – 225,66x288,33 м з робочою площею 64 783 м<sup>2</sup> і загальною площею забудови 66782 м<sup>2</sup>. Таке компонування зменшує поверхню огороження за рахунок зменшення площі зовнішніх бічних стін. При цьому зменшується загальна поверхня тепловіддачі теплиць і коефіцієнт огороження становить лише 1,18.

Планувальна сітка несучих конструкцій – 6,4x3 м. Каркас теплиці запроєктований з металевих конструкцій заводського виготовлення, оцинкований, з уніфікованих деталей. Фундамент виконаний у вигляді залізобетонних стовпів, а по периметру – у вигляді залізобетонних плит. Скляне накриття теплиці монтується по сталевих шпросах фігурного

поперечного перерізу за допомогою клямерів-затискачів і герметизуючої мастики «Гелан» чи МГТ-80.

Шестигектарний блок складається з 45 ланок шириною 6,4 м кожна і довжиною лотків 225,6 м. Висота теплиці від поверхні ґрунту до гребеня даху – 4,1 м, до лотків – 2,5 м. Металомісткість каркаса – 9 кг/м<sup>2</sup>. Трубний обігрів розрахований на температуру зовнішнього повітря в найбільш холодну п'ятиденку – 20–30 °С і в найхолоднішу добу – 25–35 °С.

В одній теплиці виділено розсадне відділення площею 0,5 га з автономним регулюванням режимів вирощування і електродосвічуванням розсади.

Для підтримання оптимального температурного режиму повітря і ґрунту теплиці обладнані шатровим, підлотковим, контурним, надґрунтовим і підґрунтовим обігрівом. Регістри надґрунтового обігріву приєднані до магістральних теплопроводів гнучкими шлангами. На період обробітку ґрунту в теплицях їх піднімають і тимчасово підвішують на спеціальних кронштейнах до опорних стовпів. Регістри надґрунтового обігріву в період догляду за рослинами і збирання врожаю використовують як рейки для тепличних візків ТУТ-100.

У теплицях автоматично регулюються температура повітря, керування поливом, зволоження повітря і електродосвічування розсади, температура води для підґрунтового обігріву, концентрація розчину мінеральних добрив для підживлення і керування підживленням, подача вуглекислого газу для підживлення рослин, відкривання фрауг для вентиляції. Теплиці обладнані системами термічного знезараження ґрунту (пропарюванням) і дренажу, приготування робочих розчинів пестицидів та подачі їх у теплиці для обприскування рослин проти хвороб і шкідників і розчинів мікро- і макродобрив для позакореневого підживлення.

Тепличний гідропонний комбінат, який складається з 6 однокектарних теплиць, з'єднаних застеленим коридором. Кожна однокектарна теплиця змонтована з 22 ланок шириною 6,4 м і довжиною 75 м. Розмір теплиць – 141x75 м. Висота до гребеня – 4,1 м, до лотків – 2,6 м. Каркас блока – з полегшених металевих оцинкованих деталей. Теплиця розрахована для температури зовнішнього повітря мінус 25 °С, із сніговим навантаженням – 147 Па і вітровим – 441 Па. Система обігріву – комбінована трубно-калориферна. Температура води в системі обігріву – 130–70 °С, для обігріву піддонів 40–45 °С.

Одна з теплиць комбінату розділена перегородкою на два відсіки. В одному відсіку виділено розсадне відділення площею 0,5 га. У розсадному відділенні на висоті 60 см від рівня ґрунту встановлені бетонні стелажі шириною 149 см з проходами між ними 60 см, глибиною 30 см. У кожній ланці шириною 6,4 м встановлено 3 стелажі, які спрямовані вздовж гребеня ланки. В середині стелажі покриті бітумним лаком марки БН-4. Стелажі заповнюють гранітним щебенем або іншими інертними субстратами (керамзитом, вермикулітом, перлітом). Вони обладнані системою трубопроводів з вінілпластових труб для подачі і зливу поживного розчину. Розсадне відділення

обладнане системою електродосвічування. Вирощувати розсаду на стелажах зручніше, що дає змогу підтримувати встановлену температуру в субстраті.

В овочевих теплицях субстрат завантажується в спеціальні басейни, піддони з монолітного бетону. Глибина піддонів – 30 см. В середині вони покриті бітумним лаком для водонепроникності. Піддони обладнані системою труб для подачі і зливу розчину. У кожній однокотлярній теплиці є два блоки гідропонного живлення. Блок гідропонного живлення складеться з насосної установки ПКР-4, залізобетонних резервуарів для зливу поживного розчину ємкістю 263 м<sup>3</sup>. У розсадному відділенні є резервуар місткістю 142 м<sup>3</sup>. Кожний блок гідропонного живлення має резервуар на 600 л для приготування маточних розчинів макро- і мікродобрив.

Подача робочого розчину в стелажі і піддони для підтоплювання субстрату автоматизована. При заповненні піддона розчином до певного рівня злив вмикається автоматично.

У кінці 90-х років галузь закритого ґрунту України в зв'язку з впровадженням ринкових відносин і лібералізації ціни енергоносіїв потрапила в дуже важке економічне становище. Найбільш ефективним способом збереження господарств стала реконструкція існуючих теплиць, впровадження нових більш енергоощадних технологій, введення в культуру нових інтенсивних гібридів і будівництво теплиць нового покоління.

Зимові блокові теплиці ООО «Агрісовгаз» (Росія) і деяких країн західної Європи нового покоління за інженерними рішеннями (подвійне застосування стін, ефективна система ущільнення між склом і шпросами, принципово нова система вентиляції що виключає можливість нещільного закриття фрамуг, використання штормового екрана і ін.) потребують за розрахункової температури зовнішнього повітря мінус 20 °С лише 2,1 гкал тепла за годину на один гектар.

Теплиці нового покоління забезпечують можливість впровадження всіх останніх досягнень агротехнологій, кращі умови праці і довговічність обладнання. Використання нового покоління блокових теплиць сприяє зменшенню собівартості одиниці продукції і підвищенню врожайності.

Для прикладу розглянемо варіанти зимових теплиць ООО «Агрісовгаз» (Росія) (Рис. 6) та приклади розміщення рядків рослин в теплиці (Рис. 7).

Каркас виготовлений із сталевих полегшених профілів. Конструкції захищені від корозії методом гарячого цинкування. Товщина цинкового покриття 80 мкм. Покриття, перегородки, стіни із листового віконного скла товщиною 4 мм по алюмінієвим шпросам на резинових ущільнювачах; покриття і перегородки мають одинарні застосування, стіни – подвійне або виконанні з полікарбонату товщиною 10 або 16 мм.

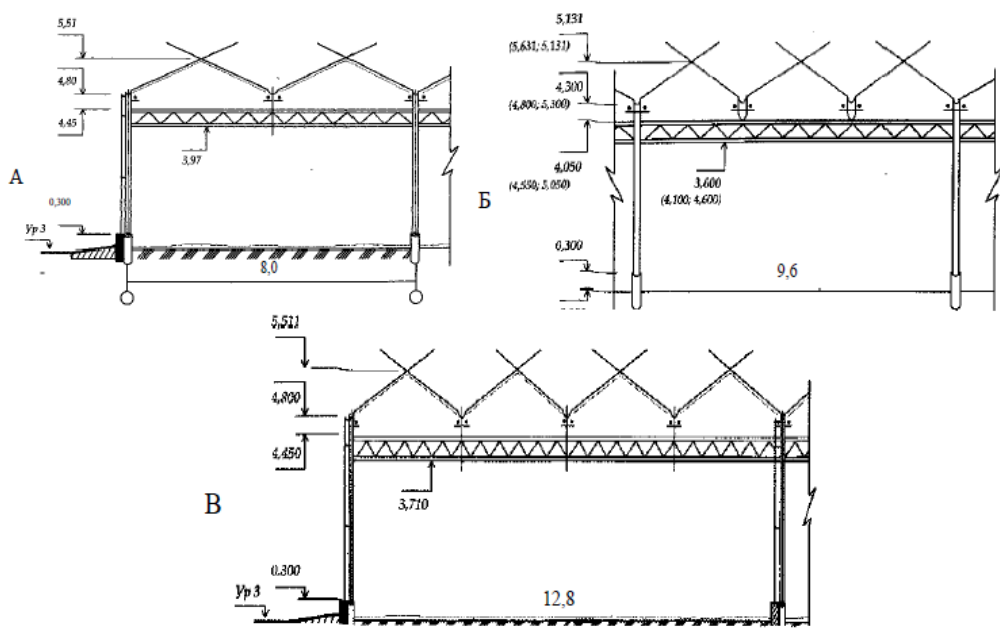


Рис. 6. Блокові теплиці:

А – з шириною ланки 8,0 м, висотою несучих опор від фундаменту до лотка 4,5 м (5 м), відстань між несучими опорами 4,3 м; Б – з шириною ланки 9,6 м, висотою несучих опор від фундаменту до лотка 4,0 м (4,5, 5 м), відстань між несучими опорами 4 м; В – з шириною ланки 12,8 м, висотою несучих опор від фундаменту до лотка 5 м, відстань між несучими опорами 4 м.

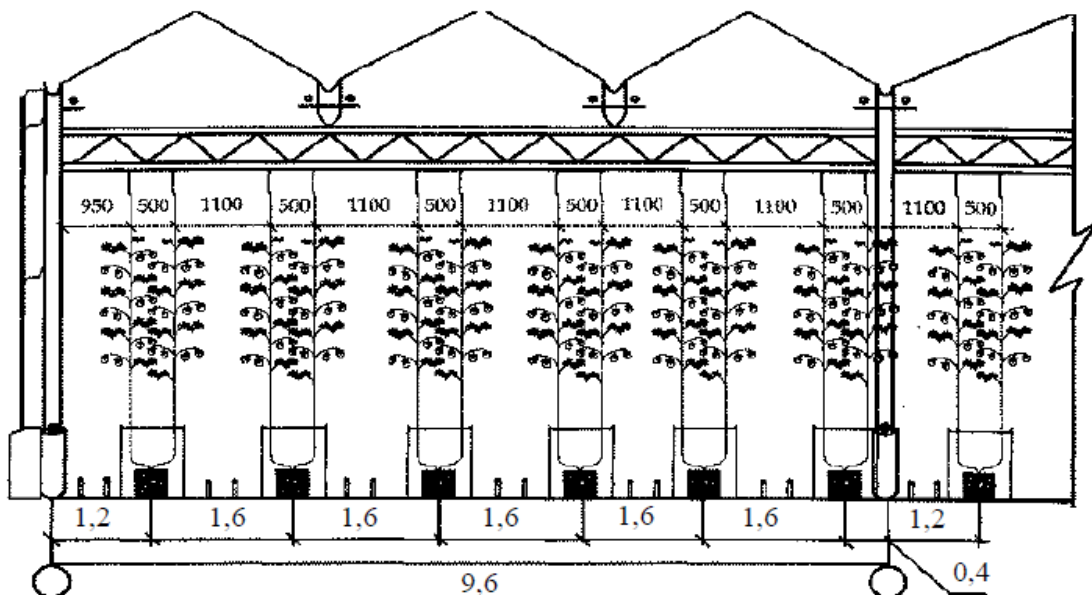


Рис. 7. Приклад розміщення рядків рослин в блоковій теплиці з шириною ланки 9,6 м.

Фундамент виготовлений із збірного залізобетону. Цоколь монолітний збірний залізобетонний. Теплиці розраховані на вирощування огірка, помідора, перцю, баклажана, квітів, зеленних овочів, винограду, лимонів, суниці і інших рослин.



### **Контрольні запитання:**

1. Як класифікують зимові теплиці ангарного типу за виробничим призначенням?
2. Як класифікують зимові теплиці ангарного типу за внутрішнім обладнанням і способом вирощування овочевих рослин?
3. Назвіть показники, що характеризують параметри теплиці? Дайте їм визначення.
4. Вкажіть основні елементи конструкції зимових теплиць ангарного типу.
5. Вкажіть за якою шириною прольоту будують зимові теплиці ангарного типу.
6. Якими системами для підтримання мікроклімату обладнані зимові теплиці ангарного типу?
7. Назвіть способи кріплення скла.
8. Яку товщину скла використовують для засклення зимових теплиць ангарного типу?
9. Які теплиці належать до зимових блокових?
10. Термін використання зимових теплиць блокового типу?
11. Які матеріали використовують при будівництві зимових теплиць блокового типу?
12. Назвіть основні елементи конструкцій теплиць блокового типу?
13. Що означає планувальна мережа несучих опор?
14. Назвіть принцип накладання і закріплення скла при заскленні теплиці?
15. Параметри теплоносія в системі обігріву повітря теплиць?

## **ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №3 ОСОБЛИВОСТІ БУДОВИ І ВИКОРИСТАННЯ ПЛІВКОВИХ ТЕПЛИЦЬ**

**Мета:** вивчити особливості конструкції розсадно-овочевих та овочевих плівкових теплиць аркового та блокового типу.

### **Завдання для самостійної роботи:**

1. Ознайомитись з особливостями конструкції розсадно-овочевих і овочевих теплиць аркового типу.
2. Зробити креслення поперечного перерізу аркової теплиці, способу закріплення плівки та описати влаштування вентиляції і створення умов для загартування розсади.
3. Замалювати поперечний розріз і компоновки блокових розсадно-овочевих і овочевих плівкових теплиць, зазначити основні деталі конструкцій.
4. Виписати основні технічні характеристики розсадно-овочевих і овочевих блокових плівкових теплиць.

**Методичні вказівки.** Плівкові теплиці аркового типу, як правило, використовують весною, літом, восени і лише у південному Степу (VI світлова зона) - взимку. Проектними установами України та іноземними компаніями розроблені варіанти аркових плівкових теплиць для промислового вирощування розсади і овочів у господарствах різних форм власності.

Основні вимоги до конструкцій аркових плівкових теплиць такі: стійкість до снігового навантаження та вітру, здатність конструкції забезпечити потрібний мікроклімат для рослин, можливість нормальної роботи людей і механізмів з підготовки ґрунту до сівби, садіння, тощо.

За призначенням плівкові теплиці аркового типу поділяють на розсадно-овочеві та овочеві. Принциповою відмінною плівкових аркових теплиць, в яких вирощується розсада для відкритого ґрунту, є можливість забезпечити в них температурне, повітряне і світлове загартування розсади впродовж 10 діб перед висаджуванням в поле.

Для цього площа вентиляційної поверхні повинна бути не менше 25–30 % площі світлопрозорого покриття. Така вентиляція дозволяє підтримувати в теплиці в період загартування розсади температуру не більше ніж на 1°C вищу, порівняно з температурою у відкритому ґрунті, забезпечує достатнє провітрювання і рівномірне освітлення рослин прямими сонячними променями впродовж дня.

Каркас аркових теплиць виготовляють переважно з металу. Накривають каркас синтетичною плівкою.

**Аркові розсадно-овочеві теплиці. Варіант 1.** Довжина теплиці 154 м, ширина – 6,8 м, висота – 2,7 м, площа 1000 м<sup>2</sup>. Каркас теплиці виготовлений з напівовальних арок, вигнутих з труб, діаметром 25 мм. З внутрішнього боку – трубчасті арки, армовані дротом товщиною 6 мм. Арки розставлені через 2,8 м одна від одної і приварені до металевих стержнів, які випущені з бетонних фундаментів (рис. 1).

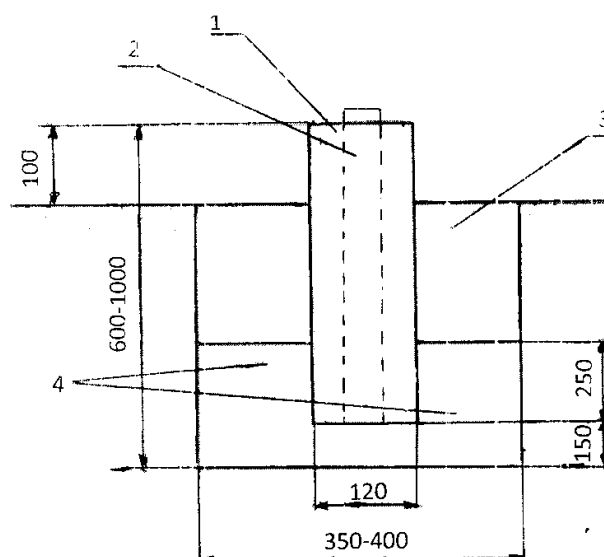


Рис. 1. Бетонний фундамент для монтажу аркової плівкової теплиці:  
1 – стовпчик; 2 – закладна металева деталь; 3 – ущільнений ґрунт; 4 – бетон

У верхній частині арки з'єднані трубою діаметром 25 мм. Це забезпечує міцність конструкції і по трубі надходить вода для шлангового поливу. Для запобігання провисанню плівки по периметру арок через 40–50 см уздовж теплиці натягують сталевий оцинкований дріт товщиною 2,5 мм.

Накривають теплицю окремими полотнищами плівки шириною 3,2 м, тобто на 40 см ширше за відстань між арками для взаємного перекриття. На відстані 0,6–0,8 м від кінців полотнища плівку закріплюють у дерев'яних затискачах. При монтажі полотнищ плівку накладають з перекриттям 20 см і натягують по периметру арок. За допомогою скоби фіксують затискачі до гребінки, привареної з внутрішнього боку до нижньої частини арок (рис. 2).

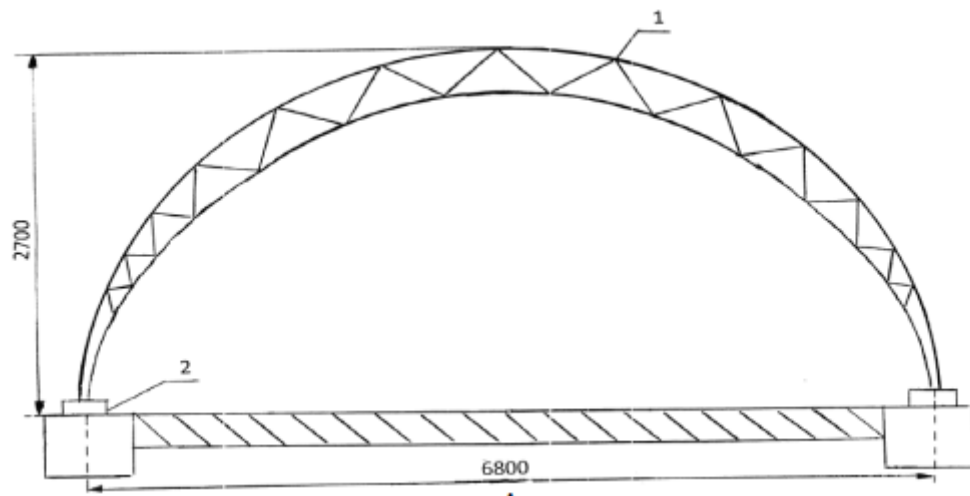


Рис. 2. Плівкова аркова розсадно-овочева теплиця.

Для вентиляції теплиці використовують вентиляційні прольоти, вкриті знімними полотнищами шириною 3,2 м. При загартуванні розсади відкривають нижні фартухи, прикріплені на висоті 1,5 м і знімають знімні полотнища. Такі теплиці обладнані системою обігріву повітря і ґрунту з використанням водотрубною системи обігріву та повітрянагрівачів і теплогенераторів, що використовують водяну пару, гарячу воду, газ, електроенергію тощо.

*Варіант 2. Одногектарний розсадно-овочевий комбінат аркового типу.* Комбінат складається з 20 окремих теплиць з дахом аркового типу під плівкою, з'єднувального коридору шириною 6,4 м під скляним або пластиковим накриттям і тамбурів з кожного боку коридору по 3,2 м. План забудови – 117x136 м, разом з коридором і міжтепличними проміжками складає площу 15 912 м<sup>2</sup>. Теплиці розміщені по обидва боки з'єднувального коридору одна напроти одної так, що трактор може в одному технологічному

комплексі обробляти дві протилежні від коридору теплиці, переїжджаючи через коридор (рис. 3).

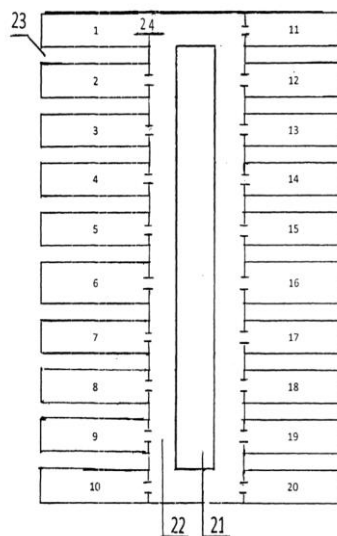


Рис. 3 Схематичний план розсадно-овочевого комбінату:  
1-20 – теплиці; 21 – доріжка; 22 – з'єднувальний коридор; 23 – міжтепличні проміжки; 24 – ворота для проїзду між теплицями

Плівкові теплиці монтуються шириною 9 м і виготовлені з металевих гнутих профілів. Висота теплиці з врахуванням аркового даху 4,35 м. Висота стін 2,6 м. Крок опорних колон і арок 3 м. Довжина однієї теплиці – 61,5 м, інвентарна площа – 553,5 м<sup>2</sup>, довжина двох теплиць з коридором і тамбурами – 135,8 м. На бічних стінах від 20 см до висоти 2,6 м плівку скручують знизу догори для вентиляції. Плівку даху теплиці закріплюють у верхній частині стін на шпрос-прогонах за допомогою планок-затискачів. Натягування забезпечується упорними гвинтами, які відтягують шпрос-прогін донизу. Закріплення плівки на шпрос-прогонах і натягування її гвинтами здійснюють із землі, що полегшує покриття теплиці.

Теплиці розміщені вздовж коридору з міжтепличними проміжками шириною 3 м. В торцях теплиць є широкі двостулкові ворота для виїзду агрегатів під час обробітку ґрунту. Технологічне обладнання розміщене в коридорі, який покритий склом чи пластиком постійно, що запобігає псуванню обладнання взимку, коли теплиці не експлуатуються і плівка знята з каркасів.

Теплиця монтується з деталей 90 типорозмірів заводського виготовлення. Інвентарна площа 20 теплиць – 11070 м<sup>2</sup>.

Запроектовані обігрів повітря і ґрунту – повітряно-калориферний, водяними калориферами чи теплогенераторами. Регулювання теплового режиму і поливу дощуванням автоматизоване. Вентиляція здійснюється за рахунок закривання бічного покриття на висоту до 1,5 м з обох боків. Теплиця призначена для вирощування розсади та овочевої продукції в другому обороті.

**Аркові овочеві теплиці.** Овочеві теплиці аркового типу мають дещо інше інженерне рішення щодо їх розміру і способу влаштування покриття світлопрозорими матеріалами. Розглянемо окремі варіанти таких теплиць.

**Варіант 1.** Каркас теплиці виготовляють з арматурного сталевих прутка діаметром 16-18 мм. Арки встановлені на фундаментах з планувальною мережею 9х2,5 м і у нижній частині до висоти 1 м вертикальні, а в верхній - вигнуті півколом. На висоті 1 м від поверхні ґрунту по всій довжині до арок гвинтами прикріплюються бортові дошки. По овальній частині арок через кожні 40 см, щоб не провисала плівка, натягують шпалерний дріт, кінці якого закріплюють на торцевих арках.

Вертикальну частину бокових стін закривають вузькими (1,3 м) полотнищами. Їх у верхній частині прибивають до бортових дошок планками і цвяхами. Верхню частину теплиці укривають полотнищами плівки шириною, яка відповідає відстані між бортовими дошками по окружності арок і довжиною 25–30 м. На стиках полотнища розташовані внахлест з перекриттям 60-70 см.

Поверх плівки для більшої вітростійкості натягують і закріплюють до бортових дошок шпагатну або капронову сітку. Для вентиляції теплиці, на стиках полотнищ укриття, плівку можна розсунути за рахунок еластичності. Так забезпечується витяжна вентиляція, а припливна – за рахунок відкривання полотнищ плівки бокових стін.

Для запобігання проникнення в теплицю через вентиляційні пройоми сторонніх об'єктів у вертикальних стінах з внутрішнього боку подовж теплиці на висоті 0,7–1 м закріплюють металеву сітку.

**Варіант 2 (Угорський варіант).** Ширина теплиці 10 м, висота до верху арки 4,5 м, довжина 32–50 м.

Теплиця має металевий каркас аркового типу. Арки вигнуті з сталевих труб (покритих протикорозійним матеріалом), діаметр труби – 54 мм, довжина по периметру арки 16 м. На кінцях арок приварені куски арматури довжиною 20–25 см. Кінці арок закопують в ґрунт на глибину 50 см. Крок арок 2 м. На висоті 1,8–2,2 м з обох боків у середині теплиці до арок приварені труби діаметром 54 мм. Ці труби виконують функцію з'єднання арок і є основою шпалери, яка влаштована на цій висоті. У вершині каркасу до арок також приварена труба меншого діаметру, яка скріплює арки каркасу.

Каркас теплиці вкритий суцільним полотнищем стабілізованої поліетиленової плівки товщиною 150–180 мк. Ширина полотнища плівки 16 м, а довжина відповідає довжині теплиці. Удовж теплиці викопується канавка глибиною 25–30 см, в яку прикопують після накладання полотнища звисаючі краї плівки. З торців теплиці плівка кріпиться до каркасу за допомогою шнурів, вільно вмонтованих у плівку. З торців у теплиці є входні двері, обтягнуті плівкою. Над дверима по периметру торця теплиці шарнірно закріплена фрамуга для здійснення вентиляції. Система обігріву влаштовується індивідуально. За довжини теплиці понад 32 м через кожні 26–32 м краї суміжних полотнищ накладаються з перекриттям 60–70 см для здійснення додаткової вентиляції.

*Варіант 3 («Профі»)*. Теплиця довільної довжини (кратна 2,1 м), шириною 7,6 м, висотою – 3,8 м. Теплиця має металевий каркас аркового типу з кроком між арками 2,1 м. Арки вигнуті з оцинкованих сталевих профільних труб і спеціальних з'єднувальних вузлів. В середині теплиці розташовані стойки з розкосами під кутом 45° для зміцнення каркасу. Стойки встановлені до кожної четвертої арки. По периметру арки скріплюються натяжними сталевими оцинкованими стрічками.

Каркас теплиці вкритий стільниковим полікарбонатом товщиною 6 мм. Кріпиться покриття на торцевих стінках за допомогою притискного оцинкованого сталевого профілю і самонарізних гвинтів. Теплицю можна встановлювати на бетонний фундамент або за допомогою додаткової металевої конструкції, що закопується в ґрунт. Бічна вентиляція здійснюється шляхом влаштування кватирок у нижній частині покриття теплиці. З торцевої частини теплиці вентиляція відбувається через двері і надвірні кватирки.

### БУДОВА ПЛІВКОВИХ ТЕПЛИЦЬ БЛОКОВОГО ТИПУ

Блокові плівкові теплиці монтуються з кількох ланок з арковим або двосхилим дахом, між якими немає перегородок. Ланки з'єднані водозбірними лотками, які спираються на несучі опори (рис. 4). Каркас теплиць монтують з металоконструкцій заводського виготовлення, або з дерев'яних деталей з металевими з'єднаннями.

За призначенням блокові плівкові теплиці є овочеві і розсадно-овочеві. Овочеві теплиці компонують з більшої кількості ланок, розсадно-овочеві компонують в окремі блоки з 2–6 ланок загальною шириною 18–25 м. Це створює сприятливі умови для загартування розсади, щоб за 10 днів до її висаджування підтримувати температуру повітря в теплиці не вище як на 1 °С порівняно із зовнішньою температурою у теплі дні, коли можливий перегрів. Невелика ширина розсадних теплиць дає змогу при використанні бічної припливної вентиляції створювати протяги з швидкістю руху повітря 1,5 м/с. У розсадних теплицях для світлового загартування розсади потрібно, щоб відкривалося не менш як 25–30 % плівкового покриття.

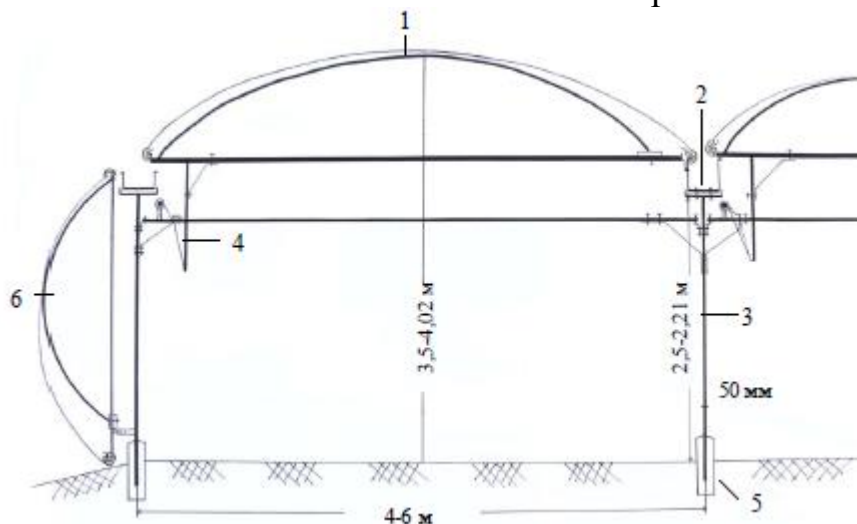


Рис. 4. Зовнішній вигляд блоково-аркової плівкової теплиці:  
1 – арковий дах з плівковим покриттям; 2 – з'єднувальний металевий лоток; 3 – опорний стояк; 4 – механізм відкривання даху для вентиляції; 5 – фундамент під стояки; 6 – бокове плівкове огороження.

*Теплиці блоково-аркові овочеві.* Плівкова блоково-аркова овочева теплиця інвентарною площею – 10200 м<sup>2</sup>, розміри в плані 150х68 м.

Монтується із збірних полегшених сталевих гнутих профілів з оцинкованим протикорозійним покриттям. Усі деталі теплиці заводського виготовлення. Блок складається з 17 ланок шириною по 4 м кожна і довжиною 150 м. Планувальна мережа несучих опор – 6х4 м.

Фундаменти під опори передбачені у вигляді бетонних стовпців або гвинтових паль. Форма даху стрілоподібна аркова. Стрілоподібні арки змонтовані на спільній кутниковій рамі довжиною 150 і шириною 4 м. Один бік цієї рами шарнірно кріпиться до краю лотка, другий – щільно прилягає до краю другого водозбірного лотка і може підніматися для вентиляції. Коефіцієнт відкривання даху становить 9 %. Бічної вентиляції немає.

Плівка на арках даху кріпиться металевими затискачами або спеціальним пластмасовим штапиком у металевий паз на рамці і краю лотка. Щоб плівка між арками не провисала, вздовж даху поверх арок наварюється дріт – катанка товщиною 6 мм. Плівка на арках натягується після закріплення затискачів за рахунок перестановки шарнірного з'єднання на вищий отвір (на кронштейні є кілька отворів).

Між сусідніми арками покрівлі розміщені металеві коробчасті лотки. Вони виготовлені з листової сталі. Лотки використовують для збирання і відведення дощової і талої води, що стікає з арок, покритих плівкою, а також при покритті даху плівкою по них ходять робітники. Тому для міцності лотки знизу підсилені прутковими тягами. Лотки кріпляться до металевих несучих опор. Несучі стояки кріпляться до залізобетонних стовпчастих фундаментів.

У дев'ятій ланці теплиці зроблена бетонована дорога. Біля бічних стін розміщені пароводяні калорифери К.ФБ-11 (28 шт.) або СТД-300 з розподілом теплого повітря поліетиленовими перфорованими рукавами-повітророзподільниками. Витрати металу на одногоектарний блок становлять 57,6 т.

Теплиці можна компонувати в кілька гектарів, їх з'єднують коридором. При поєднанні кількох блоків будуються виробничі додаткові приміщення і монтується автоматика для підтримання режимів вирощування. В теплицях передбачена автоматика регулювання температурного режиму, вентиляції, поливу, підживлення. Насосна установка для поливу і підживлення потужністю 12,6 л/с. В кожному прольоті шириною 4 м встановлено 2 дощувальні лінії з полімерних труб чорного кольору. Одночасно поливається площа 796 м<sup>2</sup>.

Варіант блокової плівкової овочевої теплиці інвентарною площею – 10800 м<sup>2</sup>, розміри в плані – 75х144 м. Монтується з дерев'яних деталей

заводського виготовлення з металевими з'єднаннями. Складається з 24 ланок. Ширина однієї ланки – 6 м. Дах кожної ланки має полігональну форму поверхні. Фундаменти під несучими стояками у вигляді стовпчиків, встановлених на бетонній підкладці з планувальною мережею 6x3 м. На стояках, встановлених на відстані 3 м один від одного, закріплені металеві лотки. По довжині теплиці встановлено 26 стояків під кожним лотком. До країв лотків приєднується плівка дахового покриття. У верхній частині даху з обох боків схилів уздовж гребеня розміщені вентиляційні фрамуги, які займають 25–30 % площі дахової покрівлі. В бічних стінах є фрамуги припливної вентиляції. Бічні стіни до карниза мають висоту 2,6–2,7 м і встановлені під невеликим нахилом до вертикалі. Висота до гребеня з одного боку становить 3,9 м, з другого – 4 м для нахилу лотків, щоб краще стікала вода. Обігрів теплиці забезпечується пароводяними калориферами АПВ-200 (48 шт.) або теплогенераторами ТГ-1,5 (24 шт.). Полив дощуванням і шланговий.

Потужність насосної установки – 7 л/с. Одночасно поливається дві ланки площею 900 м<sup>2</sup>.

Овочева арково-блокова теплиця з компоюванням з двох однокотарних блоків з'єднаних коридором у середній частині. Кожний блок складається з 16 ланок шириною 9 м кожна і довжиною 72 м уздовж гребеня. Площа одного блока становить 10368 м<sup>2</sup>. Розміри блока 72x144 м. Торцевими боками блоки з'єднуються коридором шириною 9 м так, що загальна забудова обох блоків у плані становить 153x144 м і площа разом з коридором – 22032 м<sup>2</sup>.

Теплиця монтується на бетонних фундаментах з планувальною мережею 9x3 м. Стояки трубчасті. Арки даху півовальні і виготовлені з двох зігнутих дугою металевих прутків діаметром 18 мм, з'єднаних розтяжками. Щоб запобігти провисанню плівки по периметру, через кожні 40 см натягують дроти товщиною – 2–2,5 мм. У верхній частині дахового покриття зроблені вентиляційні фрамуги, які займають 16 % площі дахової покрівлі.

Плівка закріплюється біля краю лотків і карнизів крайніх ланок спеціальними пружинистими затискачами. Монтаж плівки проводиться з лотків, які мають ширину 35 см. Висота бічних стін до лотків – 2,3, до гребеня – 3,6 м. Обігрів теплиці газокалориферний, полив шланговий і дощуванням. Потужність поливної установки – 12,6 л/с. Одночасно поливається площа 1296 м<sup>2</sup>.

Оновлений варіант теплиці представлений наступними конструктивними особливостями: планувальна сітка опор – 6x4 м, розміри в плані – 150x68 м, загальна площа – 10200 м<sup>2</sup>. Блок поділений на 4 відділення по 0,25 га кожне, які з'єднані коридором. Це дає змогу створити потрібний для різних культур режим.

*Теплиці блоково-аркові розсадно-овочеві.* Розсадно-овочева плівкова теплиця призначена для вирощування розсади для відкритого ґрунту, загальною площею 10408 м<sup>2</sup>, складається з 8 окремих блоків з'єднаних коридором – 432 м<sup>2</sup>. Розміри одного блока – 24x54,2 м, площа – 1300 м<sup>2</sup>. Блок



складається з 6 ланок шириною 4 м кожна (рис. 5). Фундаменти залізобетонні, стояки металеві.

Висота до гребеня – 3,68–3,88 м, до карниза – 2,6–2,8 м. Покрівля аркового типу, кріплення плівки безцвяхове, лотки коробчасті з листової сталі. Площа вентиляційних фрамуг, розміщених у бічних стінах і даху, становить 25 % усього покриття, що створює сприятливі умови для загартовування розсади. Обігрів теплиці калориферний пароводяними калориферами КФБ-12П (16 шт.) або ТГ-1,5 (24 шт.). Регулювання температури повітря і ґрунту автоматизоване. В одній теплиці площею 1300 м<sup>2</sup> змонтований підґрунтовий обігрів з використанням провoda ПОСХВ. Полив шланговий і дощуванням.

Окремі теплиці розміщені по обидва боки від коридору з міжтепличними проміжками по 4 м.

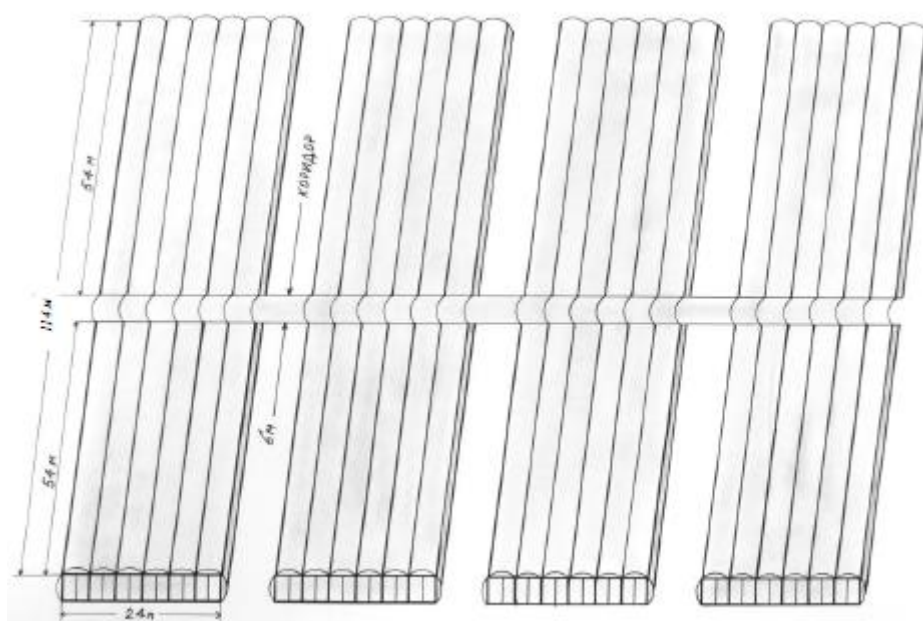


Рис. 5. Розсадно-овочева плівкова блоково-аркова теплиця з металевим каркасом площею 10408 м<sup>2</sup>.

Розсадно-овочева плівкова блоково-аркова теплиця з дерево металевим каркасом і полігональною формою даху (рис. 6). Загальна площа п'яти окремих блоків, які з'єднані між собою перехідними тамбурами становить 11400 м<sup>2</sup>. Кожен блок монтується з трьох двосхилих ланок шириною по 6 м, а оскільки бокові стіни змонтовані під кутом до вертикалі то загальна ширина збільшується на 1 м з кожного боку і становить 20 м. Довжина блоків 114 м. Отже кожен блок у плані має розмір 20x114 м і інвентарну площу 2280 м<sup>2</sup>–корисна площа 2100 м<sup>2</sup> Міжтепличні проміжки між блоками 4 м.

Уздовж однієї з бокових стін в кожному блоці прокладена бетонна доріжка, в торці теплиці вона виходить до входних дверей. Усі п'ять теплиць на чотирнадцятому прольоті з'єднані плівковими тамбурами шириною 3 м. У поперек через усі теплиці і тамбури пролягає бетонна дорога. Один із блоків обладнаний електродосвідчуванням і підґрунтовим обігрівом провідом

ПОСХВ і призначений для вирощування сіянців які пізніше пікірують в інші блоки.

Монтується теплиця з дерев'яних деталей заводського виготовлення з металевими з'єднаннями. Дах двосхилого типу з полігональною поверхнею.

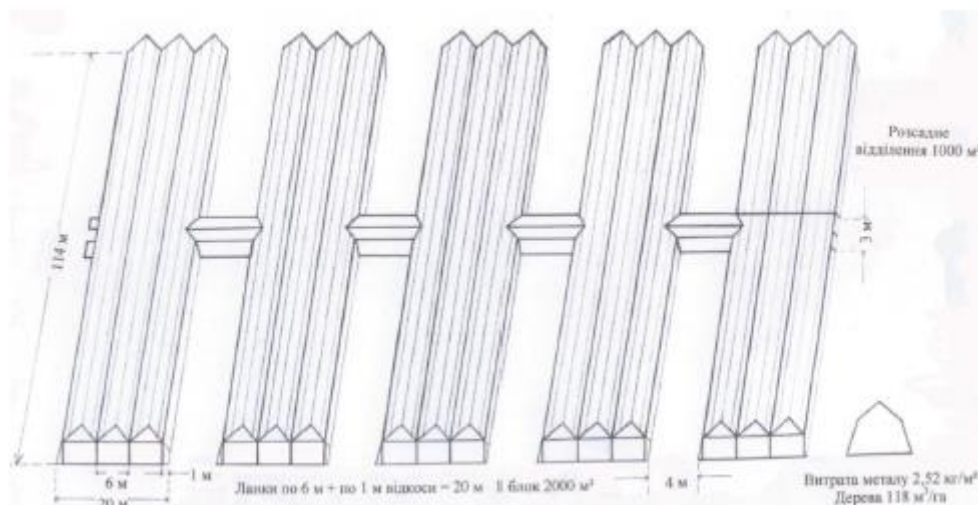


Рис. 6. Розсадно-овочева плівкова блоково-аркова теплиця з дерево металевим каркасом.

Фундамент виготовлений із збірного залізобетону, стояки з дерев'яних брусків, які проти гниття оброблені розчином фтористого натрію, лотки металеві з листової сталі. Кріплення плівки безцвяхове у затискачах. Висотою до конька 4–4,3 м, до карниза 2,4–2,8 м.

Планувальна мережа опор 6х3 м, висота до лотків 2,8 м. У здовж конька кожної ланки розміщені вентиляційні фрамуги. Бокове укріття відкривається методом двоярусного закручування плівки. Обігрівання повітря здійснюється пароводяними калориферами СТД- 100. Полив дощуванням і шланговий. Температурний і водяний режими автоматизовані. Теплиці призначені для експлуатації при найнижчій температурі зовнішнього повітря мінус 15 0С, сніговому навантажені на каркас – 98 Па.

#### Контрольні запитання:

1. Як поділяють плівкові теплиці за призначенням?
2. Вкажіть основні елементи конструкції плівкових теплиць аркового типу.
3. Назвіть способи кріплення плівки.
4. Назвіть основні складові частини розсадно-овочевого комбінату.
5. Які відмінності у влаштуванні розсадно-овочевих і овочевих теплиць?
6. Які теплиці належать до плівкових блоково-аркових?
7. Вимоги до розсадно-овочевих плівкових блоково-аркових теплиць?
8. Які матеріали використовують при будівництві плівкових блоково-аркових теплиць?

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №4 РЕГУЛЮВАННЯ ВОДНОГО РЕЖИМУ В ЗАКРИТОМУ ҐРУНТІ.

**Мета:** освоїти методику розрахунку норми поливу овочів у закритому ґрунті і системи поливу в теплицях.

### **Завдання для самостійної роботи.**

1. Визначити норми поливу (умови для розрахунків видаються кожному студенту індивідуально).
2. Виконати розрахунки норми поливу рослин огірка і помідора у теплицях в різні календарні строки і при різній сумі сонячної інсоляції.

**Методичні вказівки.** Кількість води, що входить до складу врожаю, становить лише 0,2–0,3% загальної кількості води, витраченої на полив у теплицях. Решта води витрачається на транспірацію, випаровування і на часткову фільтрацію в дренаж. В тепличному овочівництві коефіцієнт водоспоживання на вирощування 1 кг огірків – 17–23 л, помідорів – 40–60 л. При високій урожайності витрати води, як правило, менші, а при низькій – більші.

Визначаючи поливні норми, враховують оптимальну вологість субстрату (в межах 75–90% НВ), надходження сонячної інсоляції, вік рослин, температуру повітря в теплиці. Особливо точно потрібно розрахувати норму поливу взимку і рано навесні, коли надходження сонячної інсоляції незначне і вода випаровується повільно. В цей період при неточному розрахунку субстрату теплиці легко перезволожити, що негативно вплине на рослини.

У жарку погоду пізно навесні та влітку в період інтенсивного росту і плодоношення рослин слід поливати великими нормами і часто, у ясну погоду – в першій половині дня. У жарку погоду здійснюють кілька поливів за день, а для зниження температури листя застосовують освіжні поливи дощуванням.

Вологість ґрунтосумішки для огірків підтримують у період від садіння до плодоношення в межах 75–80% НВ, у період плодоношення – 85–95% НВ. В дні з інтенсивним надходженням сонячної енергії і високою температурою повітря вологість субстрату повинна бути в межах 80–90% НВ. При суцільній хмарності і порівняно низькій температурі повітря (20°C) передполивна вологість субстрату може знижуватись до 70–60% НВ.

При вирощуванні розсади огірка відносна вологість повітря повинна бути 70%, від садіння до плодоношення – 75–80 і в період плодоношення – 80–85%. Воду для поливу підігрівають до 22–23°C.

Поливна вода повинна мати такі якості: рН – 6–7, загальний вміст солей (сухий залишок) – не більш як 1200 мг/л, у тому числі  $Cl$  – 180,  $NO_2$  – 180,  $SO_4$  – 350,  $F$  – 1,  $Al$  – 1 мг/л; вміст  $N$ ,  $K_2O$ ,  $MgO$  – не більш як 20 мг/л. Вода не повинна містити фенолів, фтору, гербіцидів. Загальна твердість води – 4–11 мг екв/л.

Для помідора потрібні низька відносна вологість повітря (60– 65%) і висока вологість субстрату. При вирощуванні розсади і в період від садіння до

плодоношення оптимальна вологість ґрунту має становити 70–75% НВ, у період плодоношення і збирання плодів – 75–85% НВ. У зимово-літній культурозміні загальні витрати води на 1 м<sup>2</sup> площі при врожаї 12–14 кг/м<sup>2</sup> становлять 690–750 л, в літньо-осінній культурозміні при врожаї 6–7 кг/м<sup>2</sup> – 400–450 л, у перехідній культурозміні VI світлової зони при врожаї 12–14 кг/м<sup>2</sup> – 1400–1600 л.

Цибулю на перо після садіння поливають часто, невеликими нормами для стимулювання росту кореневої системи. Вологість ґрунту протягом 12–14 днів у цей період – 80–85% НВ, потім її знижують до 75–80% НВ. Норма поливу – 3–5 л/м<sup>2</sup>. За 5 днів до початку збирання поливи припиняють.

У салату та інших зеленних рослин висівають насіння у ґрунт з вологістю не менш як 75–80% НВ. Після сходів проводять помірні поливи, а в період інтенсивного росту розеток у зеленних, редиски та пекінської капусти, а також у період формування коренеплодів у редиски поливні норми збільшують, не допускаючи різких коливань вологості ґрунту. Відразу після висаджування розсаду головчастого салату ґрунт слід добре полити. Потім вологість ґрунту підтримують на рівні 80–85%, а перед зрізуванням головок знижують до 75–80% НВ.

Для регулювання вологості ґрунту в теплицях проводять вегетаційні поливи дощуванням. Перед висаджуванням розсади огірка і помідора через 2–3 дні після внесення мінеральних добрив і основного обробітку ґрунтосумішки зволожують до 75–80% НВ вологозарядковим поливом через систему дощування нормою 15–25 л/м<sup>2</sup>.

Перед вегетаційним поливом визначають фактичну вологість ґрунтосумішки у відсотках на абсолютно суху наважку (ваговий метод з висушуванням при температурі 105°C до постійної маси).

Оскільки щільність тепличних ґрунтів змінюється, то для розрахунків запасів вологи користуватися ваговим методом недоцільно. Тому розрахунки проводять у відсотках вологості від об'єму за формулою:

$$W_v = W \times a, \text{ де}$$

$W_v$  – вологість ґрунту, % від об'єму;

$W$  – вологість ґрунту, % насуху наважку;

$a$  – щільність ґрунту, г/см<sup>3</sup>.

Поливну норму обчислюють як різницю між запасами води в ґрунті при верхньому оптимальному і нижньому допустимому (фактичному) рівнях вологості ґрунту за формулою:

$$M = 0,1 \times h \times (W_{v1} - W_{v2}), \text{ де}$$

$M$  – поливна норма, л/м<sup>2</sup>;  $h$  – глибина шару ґрунту, см;

$W_{v1}$  і  $W_{v2}$  – верхній і нижній допустимі рівні оптимальної вологості ґрунтосумішки, % об'єму.

Наступний полив проводять, коли вологість ґрунту знизиться на 4–6% НВ під огірками і на 7–10% НВ – під помідорами.

**Приклад.** Оптимальна вологість ґрунтосумішки – 80% НВ, а фактична – 77% НВ (за ваговим методом), об'ємна маса ґрунтосумішки – 0,6 г/см<sup>3</sup>; глибина зволоження шару – 25 см. Визначити норму поливу огірків, витрати води на 1 га і час, потрібний для поливу 1 га теплиці.

Перераховуємо вагові відсотки вологості ґрунту в об'ємні:

$$W_{v1} = 80 \times 0,6 = 48\%;$$

$$W_{v2} = 77 \times 0,6 = 46,2\%$$

Поливна норма становитиме:

$$0,1 \times 25 \times (48 - 46,2) = 4,5 \text{ л/м}^2$$

Система зрошення в теплицях побудована так, що одночасно поливаються 4 півсекції. При цьому інтенсивність поливу 14–17 л/с на площу 920 м<sup>2</sup> залежно від типового проекту теплиці (рис. 1). Для того, щоб обчислити, за який час на 1 м<sup>2</sup> площі буде вилито 4,5 л води, потрібно визначити, скільки води слід вилити при такій нормі на площу 920 м<sup>2</sup>:

$$920 \times 4,5 = 4140 \text{ л}$$

Тепер обчислимо, який для цього потрібний час:

$$4140 / 17 = 243,5 \text{ сек.}, \text{ тобто } 4 \text{ хв.}$$

Гектар площі можна полити такою нормою за:

$$4 \times 11 = 44 \text{ хв.}$$

Всього за цей час на 1 га буде вилито води:

$$4140 \times 11 = 45540 \text{ л} = 45,5 \text{ м}^3$$

Типові проекти зимових блокових теплиць передбачають використання системи поливу дощуванням з двох або чотирьох зрошувачів на секцію шириною 6,4 м. Кожний зрошувач поливає дві грядки при двох зрошувачах або по одній грядці при чотирьох зрошувачах.

Можна регулювати висоту зрошувачів від поверхні ґрунту – від 0,3 до 2,8 м. Зрошувачі виготовлені з поліетиленових чорних труб діаметром 30 мм, на яких через 1,5–1,6 м розміщені форсунки для розбризкування води. Форсунки бувають трьох типів:

- 1) дефлекторно-стрижневі, які розбризкують воду по колу;
- 2) дефлекторно-дугові, що розбризкують воду під кутом 270–280°;
- 3) щілинні, які розбризкують воду під кутом 180° в один бік.

Це дає змогу розмістити їх при чотиритрубній системі так, щоб не поливати доріжки між грядками, економити воду, не допускати перезволоження повітря.

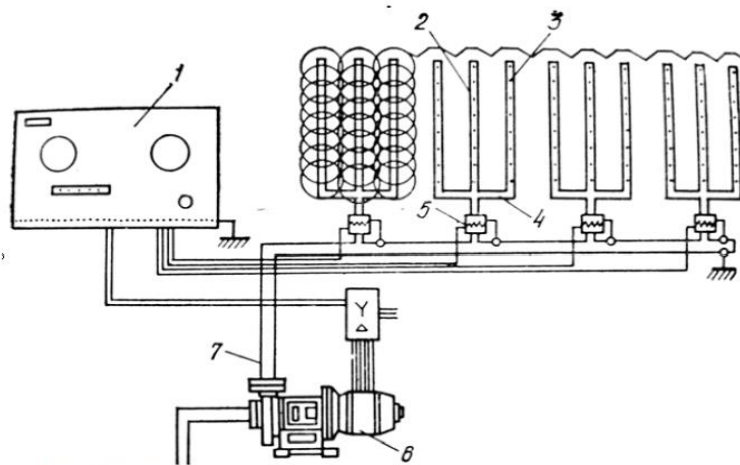


Рис. 1. Схема системи поливу в теплицях дощуванням:  
 1 – автомат поливу, 2 – трубопровід-зрошувач, 3 – форсунки, 4 – гребінка, 5 – електромагнітний клапан СВМ, 6 – насос, 7 – магістральний водопровід

Поливну норму води рослини не повністю використовують на транспірацію і утворення маси. Деяка частина води випаровується з поверхні ґрунту, частина – фільтрується у дренажну систему. У середньому за вегетацію огірків витрати води у дренаж становлять 10–15% зрошувальної норми, а при вирощуванні помідорів – 5%.

В табл. 1 і 2 наведено орієнтовні поливні норми для рослин огірка і помідора.

**Таблиця 1. Поливний режим рослин огірка у різних культурозмінах**

Місяць	Зимово-літня культура			Літньо-осіння культура		
	кількість поливів	норма поливу, л/м <sup>2</sup>	витрати води за місяць, л/м <sup>2</sup>	кількість поливів	норма поливу, л/м <sup>2</sup>	витрати води за місяць, л/м <sup>2</sup>
Січень	6–10	4	20–30	–	–	–
Лютий	10–12	4–5	50–60	–	–	–
Березень	16–18	4–5	70–80	–	–	–
Квітень	20–24	5–6	100–120	–	–	–
Травень	24–28	5–6	120–140	–	–	–
Червень	26–30	5–6	140–160	–	–	–
Липень	26–30	5–6	140–160	–	–	–
Серпень	–	–	–	18–20	5–6	80–100
Вересень	–	–	–	20–22	5–6	100–120
Жовтень	–	–	–	10–12	4–5	60–70
Листопад	–	–	–	6–8	4–5	30–40

**Таблиця 2. Поливний режим помідора у різних культурозмінах**

Місяць	Зимово-літня культура		Перехідна культура		Літньо-осіння культура	
	кількість поливів	норма поливу, л/м <sup>2</sup>	кількість поливів	норма поливу, л/м <sup>2</sup>	кількість поливів	норма поливу, л/м <sup>2</sup>
Січень	1–2	7–10	4–5	15–20	–	–
Лютий	4–5	6–7	4–5	15–20	–	–
Березень	8–10	8–10	7–8	15–20	–	–
Квітень	12–14	9–10	9–11	15–20	–	–
Травень	13–15	10–12	12–14	17–20	–	–
Червень	12–14	12–13	12–15	20–25	–	–
Липень	13–15	12–13	6–7	20–25	10–12	7–8
Серпень	–	–	–	–	10–12	8–9
Вересень	–	–	7–8	15–20	10–12	10–12
Жовтень	–	–	4–5	20–25	8–10	10–12
Листопад	–	–	4–5	16–20	–	–
Грудень	–	–	4–5	16–20	–	–

Ефективним способом забезпечення рослин водою у відкритому і закритому ґрунті є краплинний полив, коли вода надходить безпосередньо у зону розміщення коренів, що дає змогу створити оптимальний водний режим з меншими витратами води. Краплинне зрошення – основний спосіб поливу і мінерального живлення рослин при малооб'ємній гідропоніці.

У культиваційних спорудах система краплинного зрошення включає ємкість для води, дозатор добрив, фільтр, насосну установку, вимірювальні прилади, пульт автоматичного керування, розподільні і поливні трубопроводи з чорного поліетилену з крапельницями.

В окремих випадках, залежно від фізичних властивостей субстратів, освітленості, інтенсивності випаровування і транспірації, поливні норми можуть бути недостатніми або надмірними.

Найточніший метод нормування поливів ґрунтується на залежності використання води рослинами в теплиці від надходження сонячної інсоляції і водно-фізичних властивостей субстрату.

Інтегрована сонячна інсоляція фіксується за допомогою спеціальних інтеграторів РКІ-1, ДСР-3. Світлочутливі елементи інтеграторів (пірометри) встановлюють суворо горизонтально під скляним покриттям даху теплиці так, щоб впродовж дня тінь від шпросів, труб та інших деталей не падала на них. Покази інтеграторів перевіряють щодоби о 24 год.

За вираженням сонячної інсоляції у мегаджоулях (мДж/м<sup>2</sup>) для розрахунку норми поливу на тривалий період, слід визначити найменшу вологість ґрунтосумішки у відсотках на суху масу і перерахувати її в об'ємні відсотки.

За таких умов норму поливу визначають за формулою:

$$E = (1,02 \times P + 0,263 \times R) \times K, \text{ де}$$

$E$  – норма поливу, л/м<sup>2</sup>;  
 $P$  – кількість діб, за які визначають норму поливу;  
 $R$  – надходження сумарної сонячної інсоляції, мДж/м<sup>2</sup>;  
 $K$  – коефіцієнт залежності водоспоживання від НВ ґрунтосумішки (табл. 3).

Норму поливу за цією формулою можна визначити на кожний день або на кілька днів, враховуючи кількість днів від попереднього поливу. Розрахована норма поливу поповнює запас води до оптимального рівня. Відхилення від оптимального рівня за такою методикою не перевищує ±3%.

Якщо сумарна сонячна інсоляція виражена в джоулях на квадратний сантиметр (Дж/см<sup>2</sup>) за добу, то норму поливу можна визначити за такою формулою:

$$M = (1,0 + 0,0027 \times Q) \times K, \text{ де}$$

$M$  – норма поливу на добу, л/м<sup>2</sup>;  
 $Q$  – надходження сумарної сонячної інсоляції, Дж/см<sup>2</sup> за добу;  
 $K$  – коефіцієнт залежності водоспоживання від водно-фізичних властивостей ґрунтосумішки.

**Таблиця 3. Коефіцієнти залежності водоспоживання рослин огірка і помідора від НВ, % до об'єму ґрунтосумішки по місяцях**

НВ ґрунту, % об'єму	Коефіцієнти залежності			
	огірок		помідор	
	у січні- березні	у квітні	у лютому - березні	у квітні - червні
36-40	0,6	0,8	0,6	0,8
41-45	0,7	0,9	0,7	0,9
46-50	0,8	1,0	0,8	1,0
51-55	0,9	1,1	0,9	1,1
56-60	1,0	1,2	1,0	1,2

За показниками надходження сумарної сонячної інсоляції за 1–2 доби і фактичною вологістю ґрунтосумішки у відсотках об'єму НВ можна також визначити норму поливу (табл. 4).



**Таблиця 4. Норми поливу рослин огірка і помідора при зимово-літньому вирощуванні за надходженням сонячної інсоляції залежно від водно-фізичних властивостей ґрунту, л/м<sup>2</sup>**

Сума сонячної інсоляції, Дж/см <sup>2</sup> за добу	НВ, % об'єму				
	35–40	40–45	45–50	50–55	55–60
209	1,2	1,4	1,6	1,7	1,9
418	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5
628	2,1	2,4	2,6	2,9	3,2
836	2,6	2,9	3,2	3,5	3,8
1047	3,0	3,4	3,8	4,1	4,5
1257	3,4	3,9	4,3	4,7	5,2
1466	3,9	4,4	4,8	5,3	5,8
1676	4,3	4,9	5,4	5,9	6,5
1855	4,8	5,4	6,0	6,5	7,1
2095	5,2	5,8	6,5	7,2	7,8
2304	5,6	6,3	7,0	7,8	8,5
2514	6,1	6,8	7,6	8,4	9,1

Для визначення поливної норми у спорудах закритого ґрунту у таблиці 5 наведені показники надходження сумарної сонячної інсоляції по місяцях в різних зонах України, Дж/см<sup>2</sup> за добу.

**Таблиця 5. Сумарна сонячна інсоляція, що проникає в теплицю, в зонах України по місяцях за добу, Дж/см<sup>2</sup>**

Область	Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень
Чернівецька, Сумська, Рівненська	154,4	268,1	441,6	605,9	881,6	955,0	955,0	810,3	578,0	411,5	1324	89,7
Житомирська	140,8	258,1	464,3	605,9	881,6	850,3	994,7	824,6	615,1	361,2	132,4	89,7
Волинська	145,0	263,1	505,3	605,9	689,7	990,5	907,5	766,8	602,5	323,5	132,4	102,2
Київська, Харківська, Львівська	150,0	253,0	464,2	671,2	912,6	1076,8	994,7	860,6	649,5	347,8	145,8	106,4
Хмельницька, Вінницька, Тернопільська, Івано-Франківська, Черкаська, Полтавська	155,0	302,5	517,0	684,6	896,7	1023,2	1034,1	860,6	677,1	354,5	159,2	130,7
Луганська, Чернігівська, Дніпропетровська	124,9	307,5	569,0	752,5	538,8	1201,7	1105,3	989,7	733,2	334,4	190,2	110,6
Кіровоградська	154,2	282,4	470,1	671,2	921,0	1055,9	1050,0	860,6	683,8	371,2	146,7	118,2
Донецька	166,8	272,4	522,9	704,8	958,7	1096,1	1112,9	975,4	725,3	397,2	181,0	122,3
Закарпатська	166,8	272,4	517,0	731,6	966,2	1047,5	1026,6	925,2	745,8	423,2	181,0	106,4
Запорізька	158,4	297,5	493,6	765,0	982,1	1137,2	1184,1	996,4	764,3	407,3	186,0	114,0
Херсонська, Миколаївська	171,0	297,5	545,5	765,8	1050,0	1185,8	1200	1054,2	782,7	439,1	199,4	147,5
Одеська	175,1	260,6	522,9	827,8	1096,1	1234,4	1076,5	1054,2	802,0	144,1	194,4	150,8
Республіка Крим	209,5	307,5	551,4	806,2	997,2	1143,3	1271,2	1075,2	838,8	543,0	279,1	176,0

**Приклад 1.** Розрахувати норму поливу для рослин тепличного огірка на 3 дні у січні в Київській області. Сума сонячної інсоляції за 3 дні становить  $4,5 \text{ мДж/м}^2$  ( $150 \text{ Дж/см}^2$  за добу); вологість ґрунту на день заміру – 60% об'єму.

Звідси норма поливу становитиме:

$$(1,02 \times 3 + 0,263 \times 4,5) \times 1,0 = 4,24 \text{ л/м}^2$$

Загальноприйнята мінімальна норма поливу для рослин огірка – 3–4 л/м<sup>2</sup>, для помідора – 6–8 л/м<sup>2</sup>. Якщо добова сума інсоляції нижча за  $2 \text{ мДж/м}^2$ , огірки поливають раз за 3 дні, помідори – раз за 4–5 днів. При сумарній добовій інсоляції понад  $8 \text{ мДж/м}^2$  огірки слід поливати щодня, помідори – раз за 3–4 дні. У похмуру погоду поливів не проводять, а вологість ґрунту знижують на 3–5% НВ. Ці рекомендації можна використати на ґрунтах з об'ємною масою  $0,4\text{--}0,6 \text{ г/см}^3$  з вмістом органічних речовин 20–35%. Для інших ґрунтосумішок норму поливу коригують за формулою:

$$m = 0,001 \times W_v \times \Delta W h, \text{ де}$$

$m$  – разова поправка норми поливу, л/м<sup>2</sup>;

$W_v$  – найменша вологість ґрунту, % об'єму;

$\Delta W$  – різниця у вологості ґрунту після поливу;

$h$  – глибина шару ґрунту, см.

Якщо  $\Delta W$  із знаком «+», то норму поливу зменшують на цю величину, а якщо  $\Delta W$  із знаком «-», то норму поливу збільшують на таку саму величину раз на тиждень.

Наведена вище методика визначення норми поливу дає змогу оперативно коригувати поливи, раціонально використовувати воду, запобігаючи заболочуванню і фільтруванню води в дренаж, забезпечувати підвищення врожаю на 8–10%.

Якщо дані сумарної сонячної інсоляції виражені в джоулях на квадратний сантиметр ( $\text{Дж/см}^2$ ) за добу, то розрахунок поливу проводять за такою формулою:

$$M = (1,0 + 0,0027 \times Q) \times K$$

**Приклад.** Визначити норму поливу для рослин тепличного огірка у січні в Київській області. Сума сонячної інсоляції за добу становить  $150 \text{ Дж/см}^2$ ; вологість ґрунту – 55% НВ об'єму. Звідси:

$$M = (1,0 + 0,0027 \times 150) \times 0,9 = 1,36 \text{ л/м}^2$$

Отже, норма поливу за добу становить  $1,36 \text{ л/м}^2$ , тобто треба поливати раз за три дні по  $4,1 \text{ л/м}^2$ .

**Контрольні запитання:**

7. Назвіть оптимальну відносну вологість повітря для помідора і огірка в різні періоди росту в закритому ґрунті?
8. Вкажіть оптимальний режим вологості ґрунту при вирощуванні різних видів овочевих рослин в закритому ґрунті?
9. Яка будова системи поливу дощуванням і краплинним зрошенням в культиваційних спорудах?
10. Як регулюють вологість повітря та ґрунту в культиваційних спорудах при вирощуванні огірка та помідора?
11. Як визначити норму поливу в теплиці залежно від рівня сонячної інсоляції?
12. Як перерахувати НВ на суху наважку в об'ємні показники вологості ґрунту?

## **ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №5 КОНТРОЛЬ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ КОНЦЕНТРАЦІЇ ВУГЛЕКИСЛОГО ГАЗУ У КУЛЬТИВАЦІЙНИХ СПОРУДАХ**

**Мета:** освоїти методику контролю і оптимізації концентрації вуглекислого газу у культиваційних спорудах .

**Завдання для самостійної роботи.** 1. За підручником, посібниками і методичними вказівками ознайомитися з вимогами овочевих рослин до повітряно-газового режиму у культиваційних спорудах.

2. Визначити концентрацію  $\text{CO}_2$  в повітрі зимової теплиці за допомогою водяного газоміра і 0,01 н. розчину бариту ( $\text{Ba}(\text{OH})_2$ ).

3. Виконати розрахунки потреби  $\text{CO}_2$  для підживлення рослин помідора і огірка за фактичною концентрацією, і показниками оптимального рівня.

4. Результати вимірювань і послідовність розрахунків з поясненнями записати у лабораторний зошит. Замалювати схему простого газоаналізатора.

5. Ознайомитись з принципом роботи типових приладів для визначення вуглекислого газу в повітрі культиваційних споруд.

**Методичні вказівки.** Рослини для синтезу органічних речовин використовують вуглекислий газ із повітря. Концентрація  $\text{CO}_2$  в атмосферному повітрі становить 0,03 %, або 0,57 г/м<sup>3</sup>. При зменшенні вмісту  $\text{CO}_2$  до 0,01 % фотосинтез різко зменшується, що призводить до припинення росту рослин. При підвищенні рівня  $\text{CO}_2$  в повітрі споруд до 0,1–0,2% продуктивність рослин підвищується.

Концентрація  $\text{CO}_2$  при вирощуванні рослин помідорів і огірків в теплицях залежить від освітленості і фази розвитку рослин (табл. 1 і 2). При надмірно високій концентрації – 0,9 %, що трапляється в парниках з біологічним обігрівом за умов недостатньої вентиляції, затримуються фотосинтез і дихання рослин. Це зумовлює припинення росту рослин і зменшення їх продуктивності.

У парниках з технічним обігрівом та в гідропонних теплицях, під час вирощування овочевих рослин в зимовий період і закритій вентиляції вміст вуглекислого газу в повітрі різко зменшується у світлі години доби. Тому тут необхідно проводити штучне підживлення рослин, доводячи концентрацію  $\text{CO}_2$  у відповідні фази розвитку до оптимальної. Високі концентрації  $\text{CO}_2$  шкідливі для людей, які працюють у теплиці, і малоефективні при низькій інтенсивності освітлення.

Джерела  $\text{CO}_2$  для підживлення в теплицях поділяють на біологічні і технічні. Біологічні (гній, солома, торф і ін.) пов'язані з діяльністю мікроорганізмів. Мікроорганізми розкладають клітковину і у процесі життєдіяльності виділяють  $\text{CO}_2$ . У малих теплицях ставлять бочки з водним розчином коров'яку або курячого посліду у співвідношенні 1:1. При бродінні виділяється  $\text{CO}_2$ . На 1000 м<sup>3</sup> об'єму теплиці для бродіння потрібно 3–4 ц коров'яку або курячого посліду.

У гідропонних тепличних комбінатах для підживлення рослин використовують зріджений вуглекислий газ з балонів або тверду вуглекислоту (сухий лід), спалюють безсірковий природний газ у теплиці в спеціальних установках, використовують очищені димові гази від котельні при роботі котлів на природному газі. В теплицях рослини підживлюють вуглекислотою при достатньому освітленні вранці до відкривання вентиляційних фрамуг. Витрати сухого льоду становлять 10–20 г/м<sup>3</sup>. Його розкладають по 1 кг в сітки і розвішують на висоті 1,7–2 м. Витрати зрідженої вуглекислоти з балонів або із спеціальних ізотермічних контейнерів (УЖУ-6, УЖУ-9 місткістю 6 і 9 т) на одне підживлення становлять 100–200 кг/га.

При спалюванні природного газу у газогенераторах (УГ-6, УГ-2) його витрати становлять 20–25 м<sup>3</sup>/га за годину, а при спалюванні газу у теплогенераторах – 12 кг/га за годину. Використання очищених димових газів котельні при підживленні рослин – найефективніший спосіб. Вміст  $\text{CO}_2$  у очищених димових газах становить 11,8 %. Типовий проект системи підживлення відпрацьованим газом котельні на площі 6 га розроблений в Українському науково-дослідному інституті агропроектування.

Система працює так: потужним вентилятором-димовсмоктувачем ДН-9 продукти горіння подаються на очищення в паладієві каталізатори. Там вони очищаються від оксидів азоту на 50–70%. Каталізатори ставлять у зоні температури 250–600 °С. Очищені продукти горіння (ОПГ) вентилятором високого тиску, встановленим на виході магістрального трубопроводу, подаються в систему газорозподільних труб по блоках теплиць, а в теплицях через перфоровані поліетиленові рукави діаметром 50 мм з перфорацією по 4 отвори діаметром 4 мм через кожні 20 см, рівномірно укладають на грядки між рядами рослин. У високих теплицях додатково розміщують рукави на висоті 1,8–2 м. Розроблено систему подачі ОПГ в теплиці через паропроводи з розподілом шлангами діаметром 80 мм і отворами діаметром 8 мм через кожні 4 м. Швидкість подачі ОПГ – 800 м<sup>3</sup>/га за годину.

При застосуванні вуглекислоти для підживлення рослин слід здійснювати контроль за концентрацією  $\text{CO}_2$  і  $\text{CO}$ . Концентрацію  $\text{CO}_2$

контролюють за допомогою газоаналізаторів ОА-5501 з шкалою у діапазоні 0–0,5 %, ГОА-И-0,8, СО/NOX. Концентрацію чадного газу (СО) контролюють газоаналізатором УГ-2, ГМК-3, ОА-5501 з шкалою 0–0,05 %. Газоаналізатори встановлюють в теплицях над шпалерним дротом і вони працюють в автоматичному режимі при закритих вентиляційних фрамугах. При відкритті фрамуг газоаналізатори автоматично вимикаються.

Гранично допустимі концентрації (ГДК) СО в теплицях – 20 мг/м<sup>3</sup>. ГДК для СО<sub>2</sub> не встановлено, але при концентрації 2,5% закриваються продихи в листках рослин.

Режими підживлення рослин вуглекислотою залежать від фази розвитку рослин і ФАР (табл. 1, 2).

**Таблиця 1. Режим підживлення рослин помідора у теплицях вуглекислим газом**

Освітленість, клк	Концентрація СО <sub>2</sub> , % по фазах розвитку рослин		
	розсада	до плодоношення	у період плодоношення
До 10	0,05–0,07	0,05–0,07	0,04–0,05
10–20	0,05–0,07	0,08–0,10	0,04–0,05
20–40	0,09–0,10	0,10–0,16	0,07–0,10
Понад 40	0,09–0,10	0,15–0,18	0,13–0,15

**Таблиця 2. Режим підживлення рослин огірка у теплицях вуглекислим газом**

Освітленість, клк	Концентрація СО <sub>2</sub> , % по фазах розвитку рослин		
	розсада	до плодоношення	у період плодоношення
До 10	0,05–0,07	0,07–0,10	0,05–0,07
10–20	0,07–0,10	0,10–0,15	0,07–0,10
20–40	0,10–0,15	0,15–0,18	0,10–0,15
Понад 40	0,15–0,18	0,18–0,20	0,15–0,18

У рослин помідора у фазі розсади концентрація СО<sub>2</sub> вища за 0,1% може спричинити скручування листкових пластинок.

В розсадних теплицях зазначені оптимальні концентрації СО<sub>2</sub> можна підтримувати тільки при встановленні автоматичних систем керування підживленням. Якщо таких систем немає, підживлення проводять з розрахунку 55–60 кг СО<sub>2</sub> на 1 га за годину і доводять його концентрацію до 0,1%.

Для точного розрахунку норми СО<sub>2</sub> для підживлення його фактичну концентрацію у повітрі теплиці визначають за наступною методикою. Певну кількість повітря теплиці пропускають через 0,01 н. водний розчин Ва (ОН)<sub>2</sub> з додаванням 2–3 крапель індикатора – розчину фенолфталеїну. Принципову схему простого газоаналізатора наведено на (рис. 1).

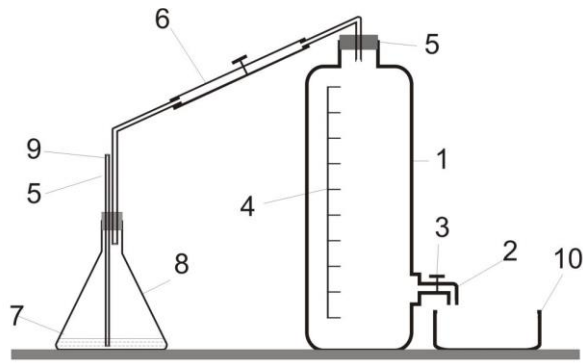


Рис. 2. Схема простого газоаналізатора:

1 – водяний газометр; 2 – випускний шланг; 3 – затискач; 4 – шкала об'єму; 5 – корок; 6 – всмоктувальний шланг; 7 – розчин Ва (ОН)<sub>2</sub> з додаванням фенолфталеїну; 8 – колба; 9 – вхідна трубка; 10 – посуд для зливної води.

Повітря пропускають через розчин Ва (ОН)<sub>2</sub> до його знебарвлення, тобто до нейтралізації. За кількістю повітря, пропущеного через розчин, розраховують, скільки СО<sub>2</sub> витрачено на реакцію нейтралізації Ва (ОН)<sub>2</sub>. За знайденими даними визначають, скільки вуглекислого газу було в повітрі теплиці (у відсотках). За оптимальною для культури концентрацією обчислюють норму СО<sub>2</sub> для підживлення.

Суть хімічної реакції в тому, що розчин Ва (ОН)<sub>2</sub> має лужну реакцію (рН), а при поглинанні СО<sub>2</sub> утворюються вуглекислий барій (нейтральна сіль) і вода; рН змінюється з лужної реакції до нейтральної, від чого розчин, забарвлений у червоно-рожевий колір, знебарвлюється:



Отже, 171 одиниця маси Ва (ОН)<sub>2</sub> нейтралізується 44 одиницями маси СО<sub>2</sub>. Якщо відома кількість літрів досліджуваного повітря, пропущеного через розчин бариту (його треба заміряти), то можна визначити вміст СО<sub>2</sub> у грамах або відсотках.

Для практичного аналізу беруть 100 мл 0,01 н. розчину Ва (ОН)<sub>2</sub> (0,85 г сухого реактиву на 1 л води), додають 2–3 краплі 3% фенолфталеїну (спиртового розчину), з'єднують гумовим шлангом витяжну трубку колби з баритом з водяним газометром і відкривають випускний кран водяного газометра. Вода повільно витікає, а на її місце всмоктується повітря, яке надходить з теплиці через вхідну трубку в колбу з баритом. Вуглекислий газ, що міститься в досліджуваному повітрі, реагує з баритом, нейтралізуючи його поступово до повного знебарвлення. Скільки води витече з газометра, стільки повітря пройде через розчин бариту. Концентрацію СО<sub>2</sub> у досліджуваному повітрі визначають за кількістю бариту, взятого для аналізу в колбу приладу, і кількістю повітря, пропущеного через розчин до повної нейтралізації (знебарвлення).

Концентрація СО<sub>2</sub> в досліджуваному повітрі обернено пропорційна кількості літрів повітря, пропущеного через 100 мл 0,01 н. розчину бариту до його нейтралізації. Формула розрахунку матиме вигляд:

$$C = 1,12 / V, \text{ де}$$

де  $C$  – концентрація  $\text{CO}_2$ , %;

$V$  – об'єм повітря, пропущеного через розчин, до моменту його повної нейтралізації (знебарвлення), л;

1,12 – коефіцієнт перерахунку.

Для точного розрахунку враховують титр розчину бариту, температуру повітря, наявність водяної пари в газометрі. За фактичним рівнем вмісту  $\text{CO}_2$  у повітрі теплиці і оптимальним значенням визначають норму для підживлення. Розрахунки виконують за формулою:

$$C = 1,12 \times 1,1 \times T / V$$

**Приклад.** Фактична концентрація  $\text{CO}_2$  в теплиці становить 0,05% її треба довести до 0,2%. Норму  $\text{CO}_2$  для підживлення виражають в одиницях маси, тому зробимо перерахунок. Відомо, що за 0,01 %  $\text{CO}_2$  від його маси в  $1 \text{ м}^3$  повітря становить 0,19 г, а 0,05 %  $\text{CO}_2$  – 0,95 г.

Визначимо, скільки  $\text{CO}_2$  (г) має бути в повітрі теплиці при концентрації 0,2 %:

$$0,19 \times 20 = 3,80 \text{ г}$$

Норма  $\text{CO}_2$  на  $1 \text{ м}^3$  об'єму теплиці для підживлення становитиме:

$$3,8 - 0,95 = 2,85 \text{ г}$$

У комплект типових газоаналізаторів входить повітрезаборний пристрій, вимірювальні шкали, індикаторні трубки, трубки патрони для очищення газів від домішок і набір приладів для спорядження індикаторних трубок патронів та запас індикаторних трубок – порошків у ампулах.

Принцип дії газоаналізаторів заснований на утворенні пофарбованого стовпчика у процесі проходження тепличного повітря крізь індикаторну трубку, заповнену реагентом. Утворення пофарбованого стовпчика в індикаторній трубці відбувається внаслідок реакції, що виникає між аналізуємим газом та реактивом наповнювача індикаторної трубки. Довжина пофарбованого стовпчика індикаторного порошку в трубці пропорційна концентрації аналізуємого газу в повітрі і визначається за шкалою градуйованою у  $\text{мг/м}^3$ . Прилад фіксує об'єм прокачуємого повітря.

### **Контрольні запитання:**

1. Значення газу діоксиду вуглецю ( $\text{CO}_2$ ) у житті зелених рослин?
2. Джерела надходження газу  $\text{CO}_2$  в повітря?
3. Способи збагачення повітря в теплицях при вирощуванні овочевих рослин?
4. Мета підживлення рослин газом  $\text{CO}_2$ ?
5. Ефективна пора доби для підживлення рослин  $\text{CO}_2$  в спорудах закритого ґрунту?

6. Чи пов'язаний рівень вмісту CO<sub>2</sub> в повітрі з інтенсивністю освітлення?
7. На яких принципах ґрунтується біологічний метод підживлення рослин діоксином вуглецю?
8. Перелічіть технічні способи забезпечення повітря в спорудах закритого ґрунту діоксином вуглецю.