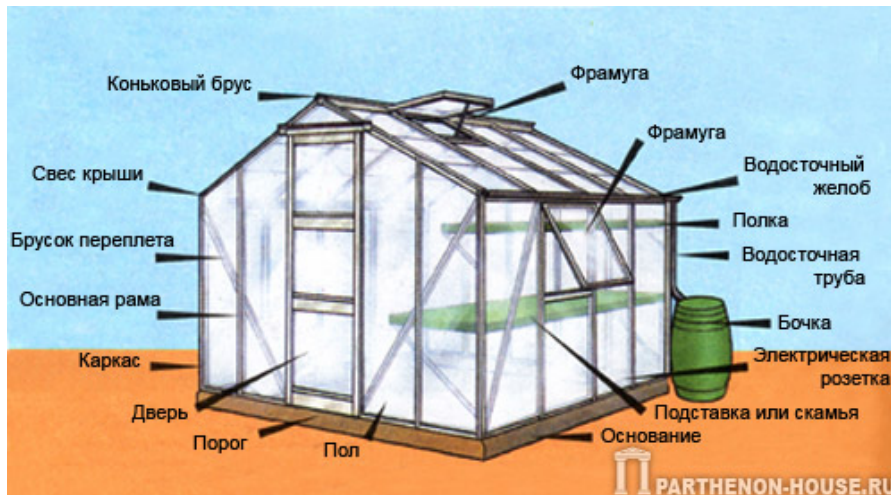
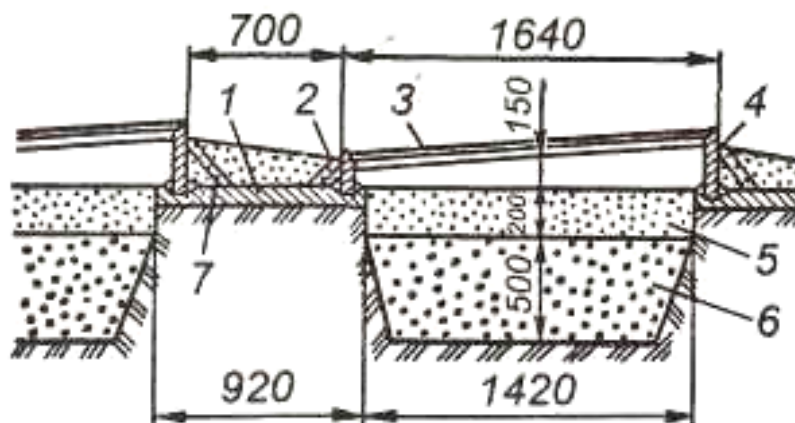


Міністерство освіти і науки України
Мирогощанський аграрний коледж



Методичні
рекомендації
з дисципліни
«Основи теплотехніки і гідравліки»

Тема: Теплопостачання споруд захищеного ґрунту.



Тема: Теплопостачання споруд захищеного ґрунту.

План лекції:

1. Типи культиваційних споруд, їх класифікація і характеристики.
2. Розрахунок опалення і вентиляції теплиць.
3. Регулювання температури та вологості повітря і ґрунту в теплицях.
4. Використання вторинних енергоресурсів для теплопостачання споруд захищеного ґрунту.

Мета: ознайомитись з основними типами культиваційних споруд та їх будовою, способами розрахунку опалення та вентиляції.

Матеріальне забезпечення: методичні рекомендації до вивчення даної теми, плакати, підручник.

Використана література

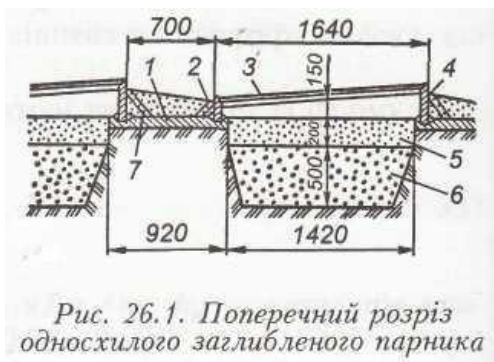
1. Драганов Б.Х., Бессараб О.С. **Теплотехніка**. - Київ: Фірма «ІНОКС», 2005.- ст. 236-239.
2. Дідур В.А., Стручаєв М.І. **Теплотехніка, теплопостачання і використання теплоти в сільському господарстві**. - К.: Аграрна освіта, 2008.- ст.213-216.
3. Драганов Б.Х., Міщенко А.В., Борхаленко Ю.О., **Основи теплотехніки і гідравліки**: Навчальний посібник /За ред. Б.Х. Драганова. - Київ.: Аграрна освіта, 2010. – 495 с

Типи культиваційних споруд, їх класифікація і характеристики.

Культиваційні споруди захищеного ґрунту — це виробничі приміщення, відгороджені від зовнішнього середовища світлопрозорими дахом і стінами. Культиваційні споруди призначені для вирощування овочів, розсади і квітів. Вони дозволяють забезпечити населення свіжими овочами в той період року, коли їх неможливо вирощувати на відкритому ґрунті.

Для забезпечення в холодний час року необхідного мікроклімату в спорудах захищеного ґрунту потрібна теплова енергія. Великі теплично овочеві комбінати (ТОК), одинична площа яких досягає 60 га, а теплове навантаження 350 МВт, є найбільш концентрованими й енергоємними споживачами теплоти в сільськогосподарському виробництві. Річне споживання теплоти в зазначених спорудах складає 290 млн ГДж, на що витрачається 12 млн т умовного палива. Зазначимо, що на виробництво в теплицях 1 кг сільськогосподарської продукції витрачається до 5 кг палива. Тому проблема економії енергоресурсів при теплопостачанні споруд захищеного ґрунту шляхом поліпшення систем їхнього обігріву, використання нетрадиційних джерел енергії — дуже актуальна.

Основними елементами, з яких складаються культиваційні споруди, є майданчики для вирощування рослин, огорожувальні конструкції і пристрої для обігріву споруд.



Різноманітні конструкції споруд захищеного ґрунту можна розділити на три групи:

- малогабаритні надземні (утеплений ґрунт),
- малогабаритні заглиблені (парники);
- великогабаритні надземні (теплиці).

Малогабаритні надземні споруди — невеликі за розмірами (ширина 1...1,2 м, висота 0,4...0,7 м) і прості за конструкцією сезонні укриття, призначені для вирощування ранніх овочів і

розсади. Вони складаються з полімерної світлопрозорої плівки, що натягається на легкий каркас зі сталевого дроту, пластмасових труб чи вербових гілок. Знаходять застосування укриття розбірно пересувні УРП 20 із плівковим покриттям. їхня довжина — 6 м, ширина — 1,6 м.

Малогабаритні заглиблені споруди (парники) частково чи цілком заглиблені в ґрунт. Вони являють собою траншеї з дерев'яними чи залізобетонними коробами, закритими зверху заскляними рамами чи полімерною плівкою.

Найбільш поширене односхиле спорудження — це так званий російський заглиблений парник, розміри якого наступні: ширина — 1,6 м, довжина — 21,6 м, глибина траншеїв — 0,2...0,3 м, площа 36 м². Короби виступають над рівнем ґрунту з північної сторони на 250...400 мм, а з південної — на 150...250 мм (рис. 26.1). У малогабаритних заглиблених спорудах вся площа ґрунту є корисною. Для зменшення втрат теплоти через світлопрозоре огороження при необхідності використовують утеплювальні мати.

Великогабаритні надземні культивацийні споруди (теплиці) є найбільш досконалими. Вони дозволяють без порушення цілісності огороження виконувати всі необхідні агротехнічні заходи, а також використовувати засоби механізації з обробки ґрунту, догляду за рослинами і збирання врожаю.

Площа типових теплиць для вирощування розсади дорівнює 1,3 або 6 га; для вирощування овочів на ґрунті — 6, 12, 24, 30 і 60 га. Згідно ДБН В.2.2 2 95 «Теплиці і парники», теплиці класифікують:

- згідно з функціональним призначенням — на теплиці овочеві, розсадні (виробництво розсади для відкритого ґрунту), квіткові (оранжереї), селекційні;
- згідно з технологією вирощування, рослин — на ґрунтові (вирощування сільськогосподарських культур на ґрунтових сумішах) та гідропонні (вирощування сільськогосподарських культур на штучних субстратах у басейнах або стелажах);
- згідно з часом експлуатації — на цілорічні (зі штучним обігріванням), весняно-літньо-осінні (з обігріванням за рахунок сонячної радіації з додатковим аварійним штучним, обігріванням);
- згідно з об'ємно-планувальним та конструктивним рішенням на ангарні (однопрогонові) та блочні (багатопогонові);
- згідно з типом огорожувальних конструкцій — на скляні, плівкові, із світлопрозорих синтетичних матеріалів.

За конструктивними ознаками теплиці поділяють на односхилі, ліхтарні, ангарні, блочні, вантові і повішатронапірні.

Односкілі теплиці (рис. 26.2, а) мають найбільш просту конструкцію. Такі конструкції використовують у геліотеплицях, конструкція яких описана в главі 32.

Ліхтарні теплиці (рис. 26.2, б) — конструкції із двосхилим дахом. Дах підтримується опорами, що ускладнює механізацію робіт.

В ангарних теплицях, (рис. 26.2, в) для підтримки дахів використовують різного роду арки. Зимові аграрні теплиці будують з прольотом від 12 до 30 м. Вентиляційні пристрої вбудовані в бічні стінки теплиці.

Блочні теплиці (рис. 26.2, г) складаються із дотичних одна до одної ангарних теплиць (блоків), бічні стінки яких замінені опорами. Використовуючи стандартні конструкції, які зібрані з елементів заводського виготовлення, можна виготовляти теплиці більших розмірів. Вони найкраще, ніж інші теплиці, пристосовані для механізації й автоматизації виробничих процесів. На виготовлення цих теплиць витрачається менше металу, ніж ангарних. В них при однаковій корисній площі менші тепловтрати через огорожувальні конструкції. Недоліком блочних теплиць є незадовільна аерація середніх ланок.

Кожна окрема двосхила теплиця, що входить до складу блоку, називається ланкою. Розрізняють дволанцюгові, триланцюгові та інші блочні теплиці.

Засклені блочні багатопрогонові теплиці будують з шириною прольоту 3,2 і 6,4 м. В обох конструкціях крок дорівнює 3 м.

Шириною прогону називають відстань між опорними стовпами поперек напрямку гребіня, *кроком* — відстань між стовпами вздовж гребіня. Основна структурна одиниця тепличного овочевого комбінату — шестигектарний: блок теплиць. Будують овочеві тепличні комбінати площею 6, 12, 18, 24, 30 і 60 га. Розсадно овочеві комбінати можуть бути площею 1, 3, 6, 12, 18, 21.30 і 36 га.

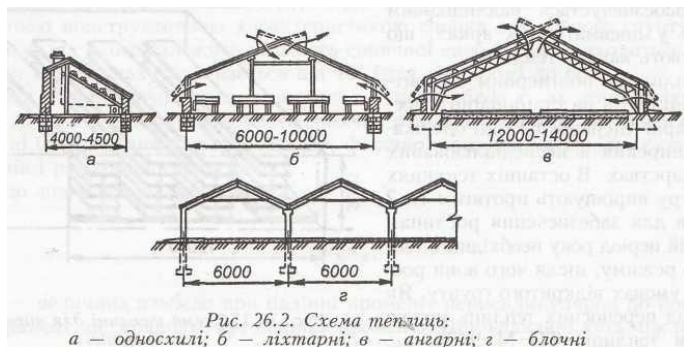
Ширина розсадних блочних чи ангарних теплиць з полімерним покриттям до 24 м.

Найбільш важливий конструктивний елемент ангарних і блочних теплиць — скляне огороження. Для середньої смуги нахил даху приймають не менше 25° . Широти, на які спирається скляна покрівля, бувають дерев'яні, металеві і рідше залізобетонні.

Несуча конструкція теплиці найчастіше металева. Застосовують сполучені несучі конструкції, виконані із сталевих труб, які використовуються для водяного опалення теплиці. Це зменшує витрати металу. Крім того, розташування опалювальних труб під склінням перешкоджає замету даху снігом.

Вертикальні зовнішні огороження теплиць роблять у нижній частині з цегли чи залізобетонних панелей, а верхні — скляними із стулками, що відкриваються. Цокольна глуха частина огороження має висоту 0,5...0,6 м у ґрунтових теплицях і 0,75 м у стелажних.

У теплицях, призначених для вирощування печериць на промисловій основі, використовують п'ятиярусні стелажі (рис. 26.3). Вирощування здійснюється на компості (солома, пташиний послід, гіпс). За рік з 1



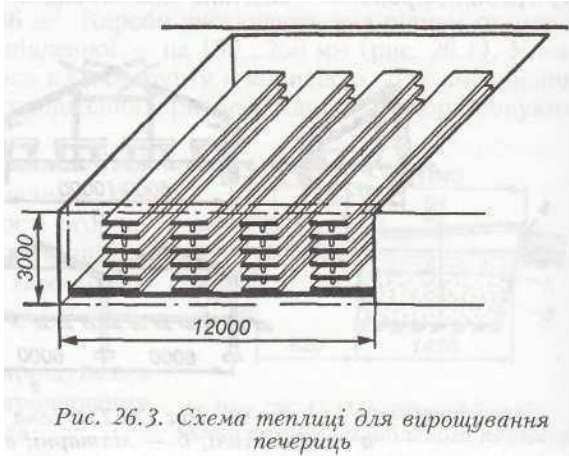


Рис. 26.3. Схема теплиці для вирощування печериць

га можна одержати 700...800 т грибів.

Для вирощування овочів у теплицях використовують також гідропонний спосіб. Бетонний басейн заповнюють щебенем (гравієм) розмірами 5... 15 мм, де розміщується коренева система рослин. З резервуарів за допомогою насосів живильне середовище подається по секціях теплиці.

Знаходять застосування малогабаритні гідропоніки. У цьому випадку овочі і квіти вирощують на субстратах з мінеральної вати

з крапельним способом поливу рослин. Малооб'ємні гідропонні теплиці мають високу продуктивність (врожайність огірків досягає 50 кг/м²), але малий термін служби мінеральної вати (не більше двох термінів експлуатації).

У вантових теплицях підвісний плівковий дах підтримується тросами — сталевими чи склопластиковими, які натягаються паралельно один одному вздовж теплиці. Для підтримки тросів всередині теплиці встановлюють опори. У деяких конструкціях каркас теплиці підвішують до стовпів, що розташовуються зовні.

До пневматичних теплиць відносять повітронапірні і пневмокаркасні. У перших з них відсутні будь-які несучі конструкції і опори. Необхідна форма огороження геометричні оболонки з полімерної плівки — підтримується за допомогою надлишкового тиску повітря.

Стійкість пневмокаркасних теплиць забезпечується надлишковим тиском у пневматичних арках, що утворюють каркас теплиці.

Теплиці з полімерним покриттям поділяють на стаціонарні і нестационарні (переносні), що одержали поширення в неспеціалізованих господарствах. В останніх теплицях культуру вирощують протягом 1...2 місяців для забезпечення рослинам у ранній період року необхідного теплового режиму, після чого вони ростуть в умовах відкритого ґрунту. Як приклад переносних теплиць можна навести теплицю ТП-М 9-24, що має металевий каркас, і теплицю ТП-Д 8-24, каркас якої дерев'яний. У цих позначеннях перша цифра вказує на ширину, друга — на довжину теплиці в метрах.

Найбільш прийнятні для будівництва теплиць зони з кращими світловими і кліматичними характеристиками. Істотне значення для вирощування рослин має фотосинтетична активна радіація (ФАР). Вона має широтний розподіл, тобто зменшується з півдня на північ.

КОНСТРУКТИВНІ І ТЕПЛОФІЗИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ КУЛЬТИВАЦІЙНИХ СПОРУД

Площу F_{inv} підлоги всередині спорудження називають *інвентарною*; площу $F_{кор}$ на якій вирощують рослини, — *корисною*; зовнішню площу $F_{огр}$ огорожувальних конструкцій — *площею огороження*.

Огородження культивацийних споруджень містить несучі конструкції і прозорі елементи.

Тепловтрати споруд захищеного ґрунту шляхом теплопередачі через огорожувальні конструкції залежать від величини поверхні $F_{огр}$. Тому один з

важливих критеріїв оцінки досконалості конструкції культивацийних споруд у теплотехнічному відношенні — коефіцієнт огороження $\eta_{огр}$, що показує, на якій площі огороження перевищує площу підлоги всередині споруди:

$$\eta_{огр} = \frac{F_{огр}}{F_{інв}}, \quad (26.1)$$

Коефіцієнт огороження для малогабаритних заглиблених споруджень (парників) дорівнює 1,0, для малогабаритних надземних споруд — 1,5...1,7, для ангарних теплиць — 1,3...1,4, для блочних — 1,25...1,4.

Відношення об'єму V культивацийної споруди до її інвентарної площі називають *коефіцієнтом об'єму* (m):

$$\eta_{об} = \frac{V}{F_{інв}}, \quad (26.2)$$

Від значення коефіцієнта $\eta_{об}$ багато в чому залежать умови формування мікроклімату в споруді. Для малогабаритних споруд його значення менше 1 м (0,25 м для заглиблених і 0,5...0,8 м для надземних). Для теплиць $\eta_{об}$ коливається від 2,5 м для вантових плівкових теплиць до 2,75...3,0 м для ангарних і блочних теплиць.

Важливою конструктивною характеристикою споруд захищеного ґрунту є кут нахилу даху, від якого залежить кількість сонячної енергії, що надходить у приміщення. Кут нахилу даху коливається від 10° (для парників) до 60°.

Важлива теплофізична характеристика — це *альбедо* r , за допомогою якого оцінюють здатність поверхні відбивати сонячну радіацію. Альбедо залежить від стану поверхні (гладка, шорсткувата, чиста), фізичної природи матеріалу, кута падіння променів і ряду інших факторів.

Альбедо знаходять за формулою:

$$r = r_m k_y, \quad (26.3)$$

де r_m — величина альбедо при падінні променів перпендикулярно до поверхні;

k_y — коефіцієнт, що враховує кут падіння променів. При величині кута між нормаллю до поверхні і напрямком променів не більш 30° для полімерних плівок і 50° для скла величина r практично не міняється.

Альбедо скла дорівнює 0,07. Для полімерних плівок його значення приблизно в 1,5 рази більше.

СПОСОБИ ОБІГРІВУ

Культивацийні споруди мають ряд відмінних рис, які слід враховувати при розв'язанні задач їхнього теплопостачання:

— великі втрати теплоти внаслідок малих термічних опорів огорожень зі скла або полімерної плівки, а також через значну інфільтрацію зовнішнього повітря (від 10 до 40 % основних тепловтрат);

- різкозмінний характер теплового навантаження протягом доби, сезону, року;
- мала теплова стійкість споруд, обумовлена малою тепловою інерцією огороження;
- підвищені вимоги до параметрів мікроклімату, обумовлені агротехнікою;
- необхідність проведення технологічних заходів, що вимагають додаткових витрат теплоти (термічна обробка ґрунтового шару, розігрів ґрунту, полив та ін.).

Таким чином, правильний вибір джерела і засобів теплопостачання має велике значення, оскільки цим визначається економічна ефективність культивацийних споруд, ступінь рентабельності овочівництва захищеного ґрунту.

Культивацийні споруди обігріваються за рахунок сонячної радіації, біопалива чи різних технічних засобів.

Сонячний обігрів застосовують у південних районах у весняно літніх спорудах, покритих полімерною плівкою, і в малогабаритних спорудах.

Біологічний обігрів забезпечується за рахунок життєдіяльності теплотворних бактерій, що знаходяться в гної, відходах промисловості, які містять органічні речовини та ін. Цей спосіб найчастіше використовують як додаткове джерело теплоти при наявності інших засобів обігріву.

Технічний обігрів, як найбільш сучасний, знаходить широке застосування. Вибір виду обігріву обумовлений кліматичними умовами, агротехнічними вимогами при вирощуванні різних овочевих культур і техніко-економічними показниками.

В залежності від розміщення джерел системи теплопостачання культивацийних споруд

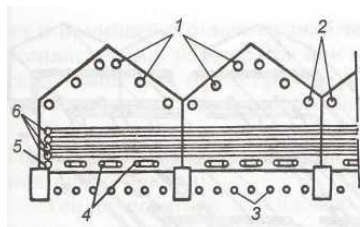


Рис. 26.4. Схема розміщення опалювальних приладів в теплиці:
1 — покрівельний обігрів; 2 — підлотковий обігрів; 3 — підґрунтовий обігрів;
4 — приґрунтовий обігрів; 5 — цокольний обігрів;
6 — торцевий обігрів

технічний обігрів буває централізований, місцевий і індивідуальний.

У централізованих системах джерело

теплоти — це районні котельні, теплоелектроцентралі (ТЕЦ), атомні теплоелектроцентралі (АТЕЦ).

У місцевих системах теплопостачання забезпечується котельнями, спеціально побудованими для тепличного господарства; в індивідуальних системах — теплогенераторами, теплоустановками і т.п. До місцевих систем теплопостачання відносять також теплові відходи промислових підприємств, газокompресорних станцій, теплових і атомних електростанцій; поновлювані джерела енергії (геотермальна, сонячна та ін.).

Потужність систем опалення визначають для умов стаціонарного нічного режиму за різницею розрахункових температур повітря (внутрішньої і зовнішньої, причому остання береться як середня багаторічна температура найхолоднішої доби), а також за середньою швидкістю вітру.

У спорудах захищеного ґрунту використовують водяний, паровий, повітряний, контактено-газовий і комбінований способи опалення.

Водяний обігрів. Він дозволяє автоматизувати (з метою підтримки в приміщенні необхідних умов мікроклімату) процес виробництва і розподілу

теплоти, зручний для використання термальних вод чи скидної теплоти підприємств. Система водяного обігріву буває з природною і примусовою циркуляцією. Природну циркуляцію використовують у теплицях невеликої площі, де гідравлічний опір течії води в трубах невеликий. При примусовій циркуляції води, що здійснюється насосами, розподіл теплоти в культивацийному спорудженні більш рівномірний.

Система водяного обігріву шатра теплиць підрозділяється на покрівельний, підлотковий, цокольний, торцевий, надґрунтовий обігрів (рис. 26.4).

Системи водяного опалення ґрунту підрозділяються на суцільний і контурний обігрів.

На системи покрівельного і підлогового обігріву шатра (рис. 26.5) витрачається 45...60 % загальних витрат теплоти на обігрів теплиць (в залежності від температури зовнішнього повітря і швидкості вітру, а також інтенсивності снігопаду). Вони призначені для забезпечення потрібного температурного режиму теплиці і танення снігу на покрівлі.

Системи цокольного і торцевого опалення (рис. 26.6) служать для компенсації втрат теплоти через бічні огороження теплиці. Труби торцевого обігріву рекомендується розташовувати безпосередньо на поверхні ґрунту вздовж цоколя. Потужність цокольного і торцевого опалення коливається в межах від 8 до 15 % витрат

теплоти.

Ґрунтова система обігріву (рис. 26.6) призначена для створення рівномірного поля температури по площі теплиці в зоні рослин. Регістри приґрунтового обігріву приєднують до системи опалення за допомогою гнучких шлангів з термостійкої гуми. Потужність цієї системи опалення складає 15 25 % від загальних витрат теплоти на обігрів споруди.

З приведених даних випливає, що на систему водяного опалення шатра припадає 80...90 % загальних витрат теплоти на обігрів теплиці.

В стелажних теплицях опалювальні труби розміщують також під стелажми з рослинами.

У відповідності до ОНТП-СХ-10...85 в залежності від виду рослин і періоду їхньої вегетації температура в корене-населеному шарі повинна бути 18...25 °С. Це в основному

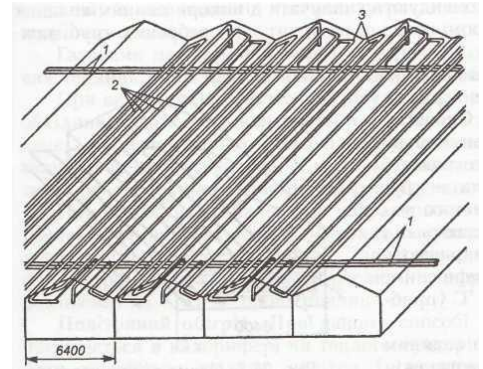


Рис. 26.5. Схема покрівельного і підлоткового обігріву:

- 1 — магістральні трубопроводи;
- 2 — трубопроводи покрівельного обігріву;
- 3 — трубопроводи підлоткового обігріву

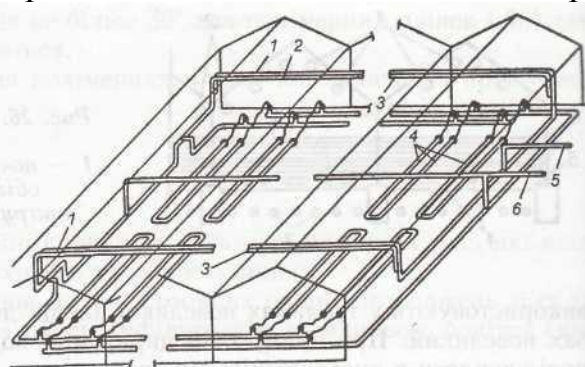


Рис. 26.6. Схема цокольного, торцевого і приґрунтового обігріву:

- 1, 3 — трубопроводи цокольного обігріву;
- 2 — магістральний трубопровід водяного опалення;
- 4 — трубопроводи приґрунтового обігріву;
- 5 — головний подаючий трубопровід;
- 6 — трубопровід повернення води в колектор

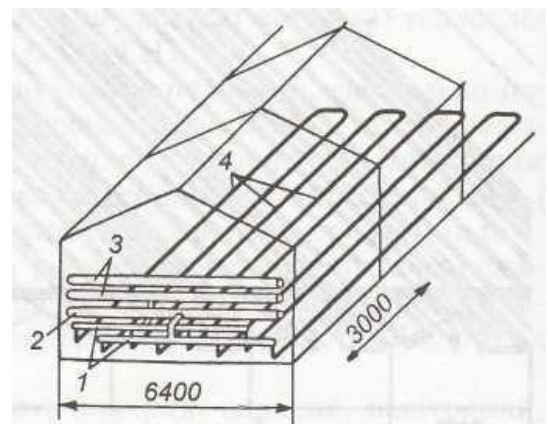


Рис. 26.7. Схема підґрунтового обігріву:

- 1 — розподільний колектор;
- 2 — трубопровід повернення води;
- 3 — подаючий трубопровід;
- 4 — поліетиленові труби

забезпечується системою підґрунтового обігріву (рис. 26.7). Труби для обігріву ґрунту повинні розташовуватися рівномірно по площі теплиці. Їхня кількість визначається для кожного конкретного випадку теплотехнічним розрахунком. Глибину закладення труб варто приймати не менш 0,4 м від проектної поверхні ґрунту до верху труби. В іншому випадку важко робити механізовану обробку ґрунту. Температура теплоносія в подавальному трубопроводі 40...45 °С, в зворотному — 30 °С.

При проектуванні систем опалення теплиць температуру теплоносія варто приймати не більш 150 °С (ДБН-В.2.2-2-95). При теплопостачанні від зовнішнього джерела теплоти для систем покрівельного, підлоткового, торцевого і контурного обігріву температура теплоносія (води) дорівнює 130 °С; для систем підґрунтового обігріву використовують зворотну воду покрівельного і підлоткового обігріву. Для варіанта теплопостачання від власної котельні температура води в системі опалення шатра дорівнює 95...70 °С. Для підґрунтового обігріву в обох випадках температуру теплоносія в подавальній магістралі приймають рівною 40 °С.

В системі опалення шатра застосовують гладкі сталеві або скляні труби, в системі підґрунтового обігріву — пластмасові чи азбоцементні труби.

Застосування скляних труб для обігріву шатра теплиці приводить до зниження металоємності системи опалення. Вони легше металевих і мають менший гідравлічний опір. Скляні труби ефективні при використанні для обігріву теплиць геотермальних вод Середньої мінералізації, оскільки вони порівняно з металевими мають більш високу хімічну стійкість. Зменшення витрат сталевих труб можна домогтися за допомогою їх оребрення, що рекомендують сполучати з використанням гладких труб, оскільки теплової потік випромінювання на ґрунт від оребрених труб нижчий, ніж від гладких.

Паровий обігрів. Частіше всього пару використовують для знезаражування ґрунтів так зване пропарювання ґрунтів. Спочатку ґрунт обробляють роторним копальником па глибину 30 см. На середину підготовленої ділянки укладають паророзподільник — трубу з раструбами або шланг із пористого матеріалу. Пару під тиском 50 Па подають під полівіпілхлоридну плівку, якою укривають весь ґрунт. Процес вважається завершеним, коли температура ґрунту досягає 70 °С (приблизно через 10 годин).

Газовий обігрів. У порівнянні з водяним газовий обігрів має ряд переваг: заощаджуються паливо (15...20 %) і метал, зникає необхідність використовувати котельні і теплові мережі, створюються умови для автоматизації керування тепловим режимом. Створення в приміщенні більш високої температури дає можливість ввести в експлуатацію весняні теплиці раніше, ніж при водяному обігріві (приблизно на 20...30 днів). При спалюванні газу безпосередньо в повітрі теплиці підвищується вміст вуглекислого газу, що сприяє процесу фотосинтезу рослин і підвищує їхню врожайність.

Використовують три способи спалювання газу безпосередньо в теплицях: за допомогою теплогенератора, мікрофакельних пальників, а також газових інфрачервоних випромінювачів.

Теплогенератори з тепловою потужністю 230...460 кВт використовують переважно у весняних теплицях. Вони служать для обігріву і одночасного збагачення повітря вуглекислим газом, однак можуть працювати також в режимі

вентиляції приміщення теплиці. Продукти згоряння змішуються з повітрям й утворену газоповітряну суміш при температурі 60 °С по трубопроводах подають у теплицю. Теплогенератори великої теплової потужності, обладнані водяними теплообмінниками, застосовують також для опалення зимових теплиць. При цьому для ґрунтового обігріву використовують гарячу воду, а для обігріву приміщення теплиці суміш продуктів згоряння газу з повітрям.

Для газового обігріву теплиць, а також для підгодівлі рослин використовують мікрофакельні пальники МОФ-2, ГТУ і ГТУА. Основні технічні показники пальників ГТУ такі: тепла потужність - 0,063...0,214 ГДж/год; витрати газу — 1,6...6 м³/год.

Їх розміщують рівномірно по контуру теплиці на висоті 0,2...0,4 м від поверхні ґрунту (рис. 26.8). Тим самим створюється тепла завіса уздовж огорожувальних конструкцій. Пальники тепличні використовуються також як генератори вуглекислоти. Продуктивність одного пальника за тепловою потужністю приблизно 30 кВт, а вуглекислого газу — 3,0 м³/год.

Пальники мають загороджувальні щити, що охороняють вогневі насадки від попадання на них води під час поливу рослин і забезпечують рівномірне підведення вторинного повітря.

Газовими пальниками можна забезпечити обігрів весняних теплиць. Для зимових теплиць, крім них, необхідний водяний обігрів ґрунту.

При використанні систем обігріву із спалюванням газу в приміщенні теплиці необхідний додатковий повітрообмін для запобігання зайвої концентрації окису вуглецю і вуглекислого газу. Внаслідок цього система газового обігріву може виявитися економічно невиправданою. У кожному конкретному випадку рішення варто приймати на основі техніко-економічних розрахунків.

При застосуванні пальників інфрачервоного випромінювання внаслідок високої температури випромінюючої поверхні нагрівача поверхня нагрівання опалювальної установки може бути невеликою. Для нагрівання повітря рекомендується конвективний обігрів, а ґрунту і листків рослин - інфрачервоний. У середньому один випромінювач на 7-15 м² площі теплиці.

Повітряний обігрів. При даному способі обігріву теплоносієм є повітря, що нагрівається в калорифері чи теплогенераторі. Система повітряного обігріву може бути з забором свіжого повітря (відкритою) або з рециркуляцією нагрітого повітря.

Система повітряного опалення теплиці містить генератор теплоти (калорифер), вентилятор і повітророзподільний пристрій. Розподіл повітря в опалювальному приміщенні роблять двома способами. При зосередженій подачі нагріте повітря продувається вентилятором всередину приміщення поверх рослин. У цьому випадку важко забезпечити рівномірний розподіл теплового потоку в культивацийному приміщенні.

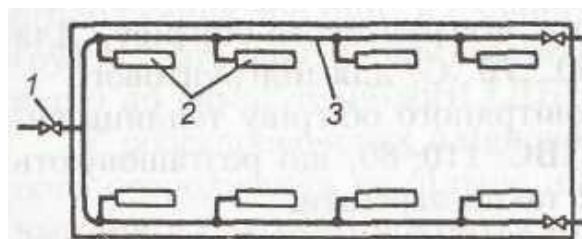


Рис. 26.8. Схема газового обігріву теплиць із застосуванням полум'яних дифузійних пальників: 1 — вентиль на подаючому газопроводі; 2 — пальники; 3 — газопровід

При розосередженій подачі нагріте повітря надходить з перфорованих полімерних труб. Повітроводи встановлюються вздовж теплиці на відстані 3...4 м один від одного.

Як самостійна система опалення повітряний обігрів використовується в сезонних теплицях з огороженням з полімерних матеріалів і в надземних малогабаритних спорудах із плівковим покриттям.

У теплицях, що діють цілий рік, повітряний обігрів приймають як додаткове джерело теплоти в холодний період року для покриття пікового теплового навантаження.

Комбінована система опалення. Цій системі опалення притаманні технологічні переваги водяної і мала інерційність повітряної системи. При використанні комбінованих повітряних систем потужність повітряного обігріву в середньому складає: для блочних теплиць — 15...35 %, для ангарних — 25...45 % загальних витрат теплоти на обігрів споруди. У типовому проекті 810-87 «Блок зимових ґрунтових теплиць площею 6 га» передбачений розподіл теплоти по окремих елементах шатрового обігріву (у відсотках від загальної теплової енергії: покрівельний — 24 %, підлотковий — 12, цокольний — 8, приґрунтовий — 18 і повітряний — 38 %). При технологічній необхідності можливе включення також підґрунтового обігріву. Для обігріву шатра температура теплоносія дорівнює 130...70 °С, для підґрунтового — 40...25 °С, для приґрунтового — 70...45 °С. Для повітряного обігріву теплиць використовуються повітряно опалювальні агрегати АПВС-110-80, що розташовують у торцях теплиці. На площі в 1 га передбачають 22 таких агрегати.

Комбіновану систему обігріву застосовують також в плівкових теплицях. Так, у типовому проекті 810-94 «Блок плівкових теплиць площею 1 га для вирощування розсади в відкритий ґрунт» опалення шатра теплиці передбачається повітряно-калориферне чи теплогенераторами на рідкому паливі. В обох випадках повітря подається в теплицю при температурі 60 °С по перфорованим плівковим повітропроводам.

Інші джерела теплоти. Індивідуальні джерела тепlopостачання використовують як у якості додаткового (резервного) виду обігріву при наявності інших способів обігріву теплиць, так і в якості основного обігріву (при відсутності джерел централізованого чи тепlopостачання інших джерел теплоти, а також при техніко економічній недоцільності будівництва місцевих котельних).

Індивідуальними джерелами теплоти можуть бути теплогенератори, що працюють на рідкому і газоподібному наливі, газові опалювальні прилади, електрообігрівачі, електричні випромінювачі.

Застосування теплогенераторів допускається при відповідному обґрунтуванні тільки у весняних теплицях, де можливе періодичне відключення теплогенераторів у денний час і провітрювання, а також при використанні їх у якості резервних джерел теплоти. Теплогенератори, як правило, обладнуються системою регулювання процесу горіння палива.

У тих випадках, коли неможливо забезпечити необхідні санітарні норми параметрів повітряного середовища теплиці, у теплицю подають повітря, що підігрівається в калориферах. Як повітропідігрівники в теплицях застосовують

газові калорифери типу ДО-50, ДО-100, ДО-350, ДО-500, а також повітрянагрівачі ГПВ-100, ГПВ-350 і ГПВ-500.

ПОПЕРЕДЖЕННЯ ПЕРЕГРІВУ РОСЛИН У ТЕПЛИЦЯХ

В сонячні дні температура повітря в теплицях буває більше 30 °С, а температура листків досягає ще більш високого значення при малій відносній вологості в приміщенні. В сучасних теплицях з великим ступенем освітленості і герметичним склінням перегрів рослин може наступити ранньою весною. Це приводить до інтенсивної транспірації рослин, порушення плодоутворення, зниження врожайності.

На практиці застосовують три основних способи боротьби з перегрівом рослин: вентиляцію, затінення і випарне охолодження.

Вентиляція теплиць. У теплицях використовують природну вентиляцію за допомогою фрамуг і примусову вентиляцію з використанням вентиляторів.

Природну вентиляцію застосовують у теплицях усіх типів, у багатопрогонових теплицях вентиляційні фрамуги розташовують по обидва боки гребіння даху, а в ангарних і невеликих за площею багатопрогонових теплицях фрамуги, крім того, вбудовуються в бічних стінках (рис. 26.9).

В зимових блочних овочевих теплицях площа вентиляційних прорізів дорівнює: у районах північніше 60° с. ш. — не менше 10 %, в інших районах не менше 20 % загальної площі

огороження теплиці; в блочних теплицях, де вирощується розсада для відкритого ґрунту, загальну площу прорізів для природної вентиляції варто приймати відповідно до вимог технології (ДБН-В.2.2—2—95).

У розсадоовочевих плівкових теплицях передбачають часткове відкривання бічного огороження не більше ніж на 1,5 м від поверхні ґрунту й одночасне зняття частини плівкового покриття з центральної зони.

У тих випадках, коли природна вентиляція не забезпечує необхідних параметрів внутрішнього повітря, допускається застосування комбінованої природної і механічної вентиляції.

Затінення теплиць. Для зниження перегріву рослин рекомендують використовувати сітчасті, повітропроникні полімерні екрани, що автоматично натягаються над рослинами.

Ефективним засобом боротьби з перегрівом рослин є застосування екранів з полімерних плівок зеленого кольору, що в силу своїх оптичних властивостей затримують інфрачервоне випромінювання.

Зниження перегріву рослин досягається також таким простим засобом, як дощування покрівлі. Його використовують для забілювання покрівлі.

Випарне охолодження рослин. Для зниження перегріву в теплицях варто передбачати систему випарного охолодження і зволоження повітря. Система включає: магістральний трубопровід; насос; розподільчі і секційні трубопроводи з розпилювачами; пристрій ручного чи автоматичного регулювання.



Рис. 26.9. Схема розташування вентиляційних отворів в ангарних теплицях

ПІДЖИВЛЕННЯ РОСЛИН ВУГЛЕКИСЛИМ ГАЗОМ

Вентиляція теплиць може здійснюватись з урахуванням підживлення рослин вуглекислим газом.

Найбільш простий спосіб полягає в подачі вуглекислого газу з балонів через редуктор, що знижує його тиск, по прокладеним по поверхні ґрунту перфорованим гумовим шлангам. Такий спосіб збагачення теплиці вуглекислим газом передбачений, зокрема, у типовому проекті 810-99.

Більш досконалим є спосіб одержання вуглекислого газу шляхом спалювання природного газу в газогенераторах, що підрозділяють на дві підгрупи: генератори з розподілом газу в теплиці шляхом природної циркуляції (газогенератори ЕРА—15—Н і УГ—6) і генератори, обладнані вентиляторами, за допомогою яких вуглекислий газ переміщується з повітрям примусово (газогенератори ГП-7,5 і УУГ—7,5). Газогенератори з вентилятором служать одночасно і джерелом теплоти.

При використанні генераторів газу необхідно вести контроль складу повітря в теплиці. Гранично припустимі концентрації (санітарні норми) такі: окис вуглецю — 20 мг/м³; аміак — 20; окис азоту — 5; сірчистий ангідрид — 10; формальдегід — 0,5 мг/м³.

Простий спосіб підживлення рослин вуглекислим газом полягає в спалюванні пропану в газових пальниках, які встановлюються у теплицях.

Для підживлення рослин іноді використовують відпрацьовані гази котельної, що працює на природному газі.

ТЕПЛОВИЙ РОЗРАХУНОК ТЕПЛИЦЬ

Для забезпечення мікроклімату в культиваційній споруді необхідна кількісна оцінка параметрів температуро вологісного, газового, світлового й інших режимів, що визначають формування тепломасообмінних процесів у приміщенні споруди і в ґрунті.

Для розв'язання цієї задачі складають систему рівнянь, які описують процеси тепломасообміну. При цьому теплицю розглядають як єдину енергетичну систему. При теплофізичному розрахунку культиваційних споруд приймають ряд передумов спрощень:

- впливом продуктів життєдіяльності рослин на вологісний режим у приміщенні зневажають (у нічний час транспірація рослин близька до нуля);
 - вважають, що екран, утворений рослинами між поверхнею ґрунту і світлопрозорим огороженням, не впливає на променистий потік від ґрунту до огороження;
 - за температуру поверхонь приймають усереднені значення;
 - процеси тепломасообміну в споруді і поза нею вважаються стаціонарними.
- Розрахунок енергетичного режиму споруд захищеного ґрунту виконують для холодного періоду року з метою визначення потужності системи опалення.

Тепловий баланс теплиці без урахування випадання на огороження будь-яких опадів можна описати наступною системою рівнянь. Рівняння теплового балансу для поверхні ґрунту:

$$Q_n + Q_{mn} + Q_{ak} + Q_{kn} + k_n Q_{pn} + Q_{вин} = 0; \quad (26.4)$$

рівняння теплового балансу для об'єму споруди:

$$Q_{kn} + Q_{kp} + Q_{кал} + Q_{ко} + (1 - k_n)(Q_{pn} + Q_{но} + Q_{ро}) + Q_{с} = 0; \quad (26.5)$$

рівняння теплового балансу на огороженні:

$$Q_{ка} + k_n Q_{ро} + k_n Q_{но} + Q_{ак} + Q_{эф} + Q_{ло} = 0; \quad (26.6)$$

рівняння балансу за вологою для об'єму споруди:

$$W_n + W_o + W_K + W_{с} = 0; \quad (26.7)$$

рівняння балансу на поверхні приладів:

$$c_m W_m dt + \frac{\pi d}{F_{тр}} [Q_{kp}(t) + Q_{pn}(t) + Q_{ро}(t)] dx = 0, \quad (26.8)$$

де $Q_n, Q_{вин}, Q_{кал}, Q_{с}, Q_K$ — теплові потоки відповідно від ґрунтового обігріву в теплицях, на випаровування, від калориферів повітряного обігріву, на нагрів вентиляційного повітря, від конденсації, Вт/м², $Q_{kn}, Q_{kp}, Q_{ко}, Q_{ок}$ — конвективні теплові потоки відповідно від поверхні ґрунту, від реєстрів шатрового обігріву, біля огороження, від огороження до зовнішнього середовища, Вт/м²; $Q_{pn}, Q_{но}, Q_{ло}, Q_{ро}, Q_{эф}$ — прогонисті теплові потоки відповідно від реєстрів шатрового обігріву на ґрунт, між ґрунтом і огороженням, з оточуючими теплицю спорудами, від реєстрів шатрового обігріву на огороження, від огороження в навколишнє середовище, Вт/м, $Q_{ак}$ — тепловий потік, акумульований ґрунтом, Вт/м², Q_{mn} — тепловий потік через ґрунт назовні, Вт/м²; $W_n, W_K, W_o, W_{с}$ — витрати вологи, відповідно, що випаровується з поверхні ґрунту, що виділяється при конденсації на огороженні, що вноситься у споруду додатково, що видаляється вентиляційним повітрям, кг/(с·м²);

c_m — питома теплоємність теплоносія, Дж (кг·К);

$F_{тр}$ — поверхня реєстрів шатрового обігріву (бічних, приґрунтових, верхньої зони), м²;

t — локальна температура опалювальних приладів, °С;

W_m — витрати теплоносія, м³/(с·м²);

d — зовнішній діаметр трубопроводу, м;

k_n — коефіцієнт, що враховує поглинання довгохвильового випромінювання трьохатомними газами (для теплиць $k_n = 0,88$);

x — поточна координата поперечного перерізу труби (відстань від вхідного перерізу), мм.

Граничні умови для рівняння (26.8): $x = 0, t = t_m$, де t_m — температура теплоносія, °С.

Замість рівняння теплового балансу для внутрішнього об'єму спорудження (26.5) можна застосовувати рівняння теплового балансу для всієї споруди:

$$Q_n + Q_{mn} + Q_{ak} + Q_{kal} + Q_{ш} + Q_{в} + (Q_{ок} + Q_{эф} + Q_{ло}) [1 + a(\rho_3 - \rho_в)] = 0; \quad (26.9)$$

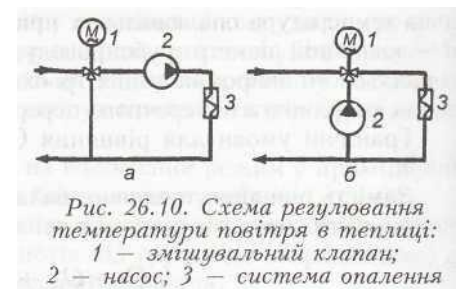
де $Q_{ш}$ — повний (променистий і конвективний) тепловий потік від трубного шатрового обігріву, Вт/м²;

$[1 + a(\rho_3 - \rho_в)]$ — величина, що враховує додаткові тепловтрати внаслідок інфільтрації (для теплиць із звичайним склінням $a=1$, для покритих плівкою $a=0,8$);

$\rho_3 - \rho_в$ — густина зовнішнього і внутрішнього повітря, кг/м³.

Рівняння (26.5) (26.9) приведені для загального випадку тепломасообміну в спорудах захищеного ґрунту. Для конкретних об'єктів у ці рівняння можуть бути внесені відповідні зміни. Аналітичне розв'язання системи рівнянь (26.5) (26.9) ускладнене, і тому розроблена програма їхнього розрахунку на ЕОМ.

Потужність системи повітряного опалення весняних плівкових теплиць у першому наближенні можна визначити за емпіричною формулою, отриманою на основі аналізу й узагальнення теплового балансу весняних теплиць:



$$Q_{on} = \left[9.72t_в - 8.25t_н + 0.003(t_в - t_н)t_в + 0.009(t_в - t_н)^2 + 8.75 \right] nmF_n \quad (26.10)$$

де n — відношення коефіцієнта огороження, рівного 1,5, до коефіцієнта огороження споруди, що проектується; m — поправка на швидкість вітру; F_n — площа ґрунту, м².

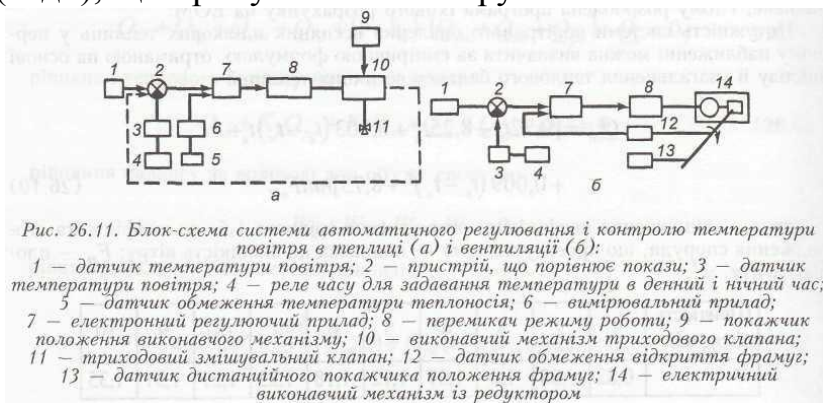
АВТОМАТИЧНЕ КЕРУВАННЯ МІКРОКЛІМАТОМ У ТЕПЛИЦЯХ

Автоматичне керування дозволяє підтримувати в теплиці задані технологічні параметри мікроклімату. Крім того, це дає істотний економічний ефект, тому що забезпечує оптимальні умови вирощування рослин при найменших витратах теплоти на обігрів теплиць.

Основні функції системи автоматичного регулювання (САР) полягають у наступному: автоматичне регулювання температури повітря, води для обігріву ґрунту і води для поливу і зволоження; збагачення повітря вуглекислим газом; керування освітлювальними установками; керування фрамугами; дозування добрив.

Основний регульований параметр — температура повітря всередині теплиці. При водяній системі опалення її регулюють зміною температури теплоносія

(води), що пропускається по трубах системи опалення, і керуванням за допомогою фрамуг природною вентиляцією.



Існують дві типові схеми регулювання температури в теплиці, у яких як регулюючий орган використовують триходовий клапан. У першій схемі (рис. 26.10, а) циркуляційний насос установлений за

триходовим клапаном; у другій (рис. 26.10, б) — на підкачуванні води із зворотного трубопроводу системи обігріву.

Система керування мікрокліматом складається з: комплексу датчиків; пристроїв регулювання силового електроустаткування; виконавчих механізмів. У теплицях широко використовують системи регулювання вітчизняного виробництва КТ і УТ-12. Вони забезпечують регулювання опалення і вентиляції.

Схема системи регулювання і контролю температури в теплиці показана на рисунку 26.11, а. Як виконавчі механізми використовують триходові клапани. Реле часу задає рівень пічної і денної температур.

Блок схема системи регулювання вентиляції приведена на рисунку 26.11, б. В залежності від значення температури повітря пристрій автоматично здійснює відкриття і закриття фрамуг. Крім автоматичного керування температурою, передбачене також ручне керування.

Для керування мікрокліматом ангарних і блочних теплиць, у тому числі плівкових площею до 3 га, використовують також систему УТ12-УЗ. Вона дозволяє автоматично регулювати: температуру повітря, ґрунту, поливальної води; режим поливу ґрунту і зволоження повітря; концентрацію вуглекислого газу; концентрацію розчинів мінеральних добрив; режим опромінення розсади.

Використання мікро- і міні ЕВМ дозволяє помітно удосконалювати процес регулювання мікроклімату теплиць. Така система включає приладове забезпечення (датчики, виконавчі механізми і тлі.) і програмне забезпечення (набір програм керування комплектом машин і технологічним устаткуванням теплиці)- В тепличних комплексах, побудованих останнім часом, використовують систему керування мікрокліматом на базі ЕОМ типу GR10 фірми «Ван Флиш» (Голландія) чи системи фірми «Индал» (Голландія).

Контрольні питання і завдання

1. Дайте визначення спорудам захищеного ґрунту і приведіть їхню класифікацію.

2. Укажіть на найбільш важливі конструктивні особливості парників і теплиць. Опишіть конструкцію теплиць для вирощування печериць, гідропонних та пневматичних теплиць.

3. Приведіть основні конструктивні і теплофізичні характеристики культивацийних споруд та їх числові значення.

4. Які застосовують способи обігріву культивацийних споруджень? Дайте їхній порівняльний аналіз.
5. Які існують способи технічного обігріву теплиць? Розгляньте схеми обігріву шатра теплиць, а також опалення ґрунту.
6. Викладіть способи і область застосування газового обігріву теплиць.
7. Укажіть на відмінні риси й область застосування парового і повітряного обігріву теплиць.
8. Де рекомендується застосовувати комбіновану систему обігріву? Якого є частка потужності повітряного обігріву від загальної витрати теплоти на обігрів споруди?
9. Як здійснюється обігрів споруджень від індивідуальних джерел? Яке при цьому застосовують устаткування?
10. Викладіть способи вентиляції теплиць і вкажіть на їхні відмінні риси.
11. Розгляньте способи підживлення рослин вуглекислим газом.
12. Викладіть принципи теплового розрахунку теплиць. Проаналізуйте рівняння (26.4) (26.9).
13. Які основні способи автоматичного керування мікрокліматом теплиць? Приведіть схеми систем регулювання опаленням і вентиляцією теплиць.