

КЛАСИФІКАЦІЯ СПОСОБІВ ЗНЯТТЯ ПЕРЕГРІВУ РОСЛИН В ІНДУСТРІАЛЬНИХ ТЕПЛИЦЯХ

У статті розглянуті існуючі способи зняття перегріву внутрішнього повітря при вирощуванні продукції рослинництва в умовах захищеного ґрунту, а саме у скляних та плівкових теплицях індустриального призначення. Доведено вплив температури та вологості внутрішнього середовища на процес фотосинтезу рослин, які вирощуються у культивуваційних спорудах. Обґрунтовано доцільність використання систем випарного охолодження і дозволоження (СВОД) у комплексі з іншими системами зняття перегріву (природна, механічна вентиляція), які активізують процеси асиміляції надлишків тепла та нормалізують температуру листяної поверхні біомаси. Перспективою подальших досліджень є вплив технічного стану складових автоматизованих систем керування мікрокліматом, у тому числі системи випарного охолодження і дозволоження, на якісні кількісні характеристики продукції захищеного ґрунту.

Ключові слова: захищений ґрунт, мікроклімат, вентиляція, температура, вологість, водоаерозольне охолодження, перегрів рослин.

Постановка проблеми

Проблеми прийняття рішень при проектуванні, експлуатації та управлінні параметрами мікроклімату теплиць, тобто вибір одного з можливих альтернативних варіантів, є складною операцією з огляду на різноманіття факторів (будівельних, теплофізичних, технологічних, економічних тощо), які впливають на цей вибір. Аналіз результатів, отриманих шляхом комплексних теоретичних, лабораторних, напівпромислових досліджень, узагальнення вітчизняних і зарубіжних літературних джерел, дозволить визначити вплив технічного стану складових автоматизованої системи мікроклімату на продукцію рослинництва захищеного ґрунту.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Дослідженнями процесів формування теплового режиму теплиць займалися І. В. Баулін, Н. М. Гусев, В. М. Гарбуз, А. Г. Єгіазаров, В. В. Єсін, Уолкер, М. Решер, М. Джемсон, Г. Багеман та інші. Найбільш повно процеси теплообміну в обсязі культивацийних споруд представлені моделі процесу, розробленої Л. М. Ануфрієвим, В. А. Кожиновим, Г. М. Позіним [1]. На основі цієї моделі розроблена методика теплотехнічного розрахунку культивацийних споруд, застосовувана при тепловому проектуванні для холодного періоду року [2]. Проте методи розрахунку з боротьби із перегрівом у теплицях, у теплий період року дана методика не розглядає.

Мета, завдання та методика дослідження

Метою дослідження є огляд існуючих способів зняття перегріву рослин при їх вирощуванні у скляних та плівкових індустриальних теплицях.

Результати досліджень

Всі способи зняття перегріву діляться на три групи: способи попередження перегріву; способи усунення перегріву; комбіновані способи зняття перегріву.

Наразі найбільшого поширення отримали способи загального впливу на добове надходження тепла у теплиці (загальнозатемнюючі, загальнопоглинаючі). Частково – селективні і рідко високоточні (прецизійні) способи. На практиці технічна реалізація будь-якого способу включає комплекс елементів попередження або зняття перегріву, представлений у вигляді комбінування технічних засобів для отримання необхідних параметрів мікроклімату.

Широкого застосування набули комплексні системи зняття перегріву, принцип роботи яких полягає у ступінчастому включенні окремих її елементів у періоди збільшення інтенсивності сонячної радіації протягом року і світлового дня (рис.1). Експлуатаційна та економічна ефективність представленої системи полягає у використанні пасивних конструктивних елементів системи керування мікрокліматом і короткочасного включення активних елементів системи (механічна витяжна вентиляція та водоаерозольне охолодження) протягом тривалого періоду.

Водоаерозольне охолодження, складова комплексної системи керування мікрокліматом, може використовуватися як система поливу та зволоження повітря. Після відповідної обробки розчинів системи водоаерозольного охолодження можна застосовувати для захисту рослин від шкідників і хвороб [3].

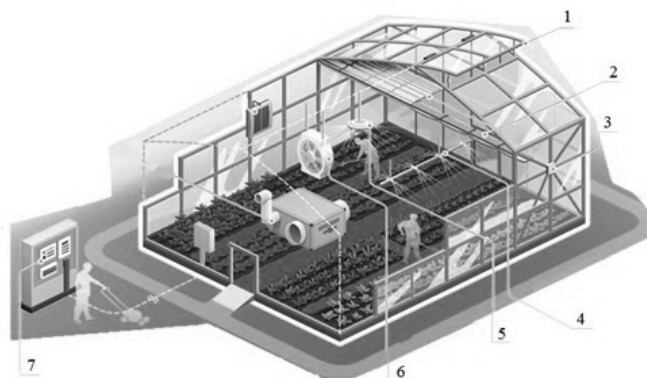


Рис. 1. Теплиця, обладнана комплексною системою забезпечення мікроклімату: 1 – фронтальні фрамуги; 2 – система екранування; 3 – повздовжні фрамуги; 4 – система водоаерозольного охолодження; 5 – система зрошування; 6 – система розподілу низького тиску; 7 – система керування мікрокліматом теплиці

При проектуванні і будівництві культивацийних споруд рекомендується рівноскатне скління теплиць із кутом нахилу покрівлі $a=30-35^\circ$ по осі схід-захід, що збільшує середньодобову освітленість на 10–20% [3,4]. Споруди для цілорічного вирощування овочів в якості огорожувальних конструкцій, зазвичай, мають спеціалізоване оранжерейне скло товщиною $\delta \leq 4$ мм ($c=0,84-0,86$ кДж/(кг $^\circ$ С), $\lambda=0,75-0,81$ Вт/(м $^\circ$ С), коефіцієнт світлопропускання при куті нахилу світлових променів 90° $K_n=0,9$, при розсіяній радіації $K_n=0,85$). Склопластики з фітовибірчими властивостями знижують пропускання інфрачервоних променів спектра сонячної радіації тільки на 3,0–7,4% більше, ніж віконне скло. Тому, в період інтенсивної сонячної радіації, проблема зняття перегріву за допомогою цих компонентів не може бути вирішена [5].

Також широкого застосування набули модульні конструкції теплиць із повітряними прошарками і теплоізоляційними рамками, рідкими заповнювачами в якості додаткового опору для проходження сонячної радіації через конструкцію теплиць. Попередити перегрів можна екрануванням. Екрани можуть бути внутрішні і зовнішні, загальнозатіняючі і селективні. Для ефективного використання системи зашторювання повинні бути обладнані високоточною системою автоматики. Можливе застосування тканини і плівки з включенням алюмінієвої фольги, яка відбиває теплові промені, а також полівінілхлоридної плівки, що затримує до 25% променів [6].

Можливе застосування дощування покрівлі теплиць. Охолоджуючий ефект досягається випаровуванням води з поверхні, при цьому знижується проникнення інфрачервоних променів через шар води.

При зволоженні поверхні дахів теплиць із скатною покрівлею вода подається на верх даху і стікає по скляній поверхні. Водний екран товщиною 1 мм адсорбує 10% теплової енергії сонячної радіації, 10 мм – до 19% теплової енергії. Можливе застосування розпилення водного аерозолі форсунками над покрівлею теплиць, але ефект зниження теплоти від сонячної радіації становить лише 4% [7]. У деяких випадках застосування тонкої плівки різних розчинів із заданими селективними якостями дозволяє якісно і кількісно регулювати спектр проникаючої радіації [8].

Найбільш простим і поширеним способом усунення перегріву в теплицях є використання принципу аерації. Природний обмін повітря відбувається за рахунок двох чинників: різниці гравітаційного тиску зовнішнього і внутрішнього повітря та повітряного тиску. Аерація здійснюється через фронти конструкції у плівкових теплицях (рис. 2) та через бокові фрамуги на покрівлі, що передбачені у зимових скляних й плівкових теплицях (рис. 3).



Рис. 2. Вентиляція через фронти конструкції теплиці

При роботі тільки бокових фрамуг у покрівлі кратність становить, залежно від напрямку вітру, $K = 4-6 \text{ год}^{-1}$ [10]. При відсутності вітру повітрообмін практично припиняється.

Для збільшення природного повітрообміну застосовуються способи активізації аерації, що представляє собою сукупність спеціальних елементів або фрамуг у вертикальних конструкціях на додаток до дверних проїм і технологічних воріт (рис. 4).

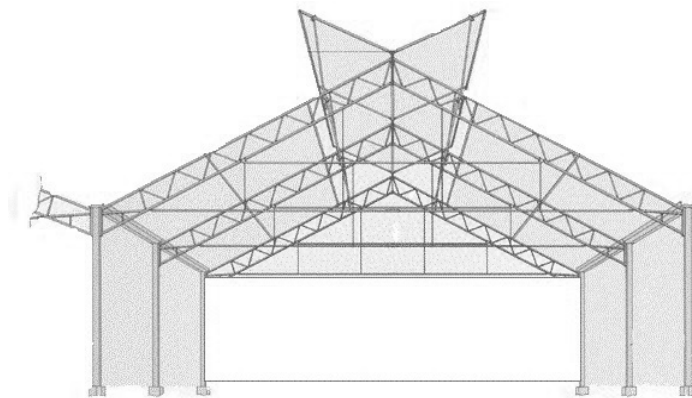


Рис. 3. Схема вентиляції теплиць через бокові фрамуги

Дослідження природного повітрообміну в теплицях у теплий період року показує, що у разі наявності вентиляційних отворів площею 2–3% від загальної площі зовнішнього скління у теплиці, не завжди створюється необхідна кратність повітрообміну [11]. У цьому випадку слід використовувати механічну вентиляцію. У блокових і ангарних теплицях можуть застосовуватися системи механічної вентиляції з гідравлічною обробкою припливного повітря.

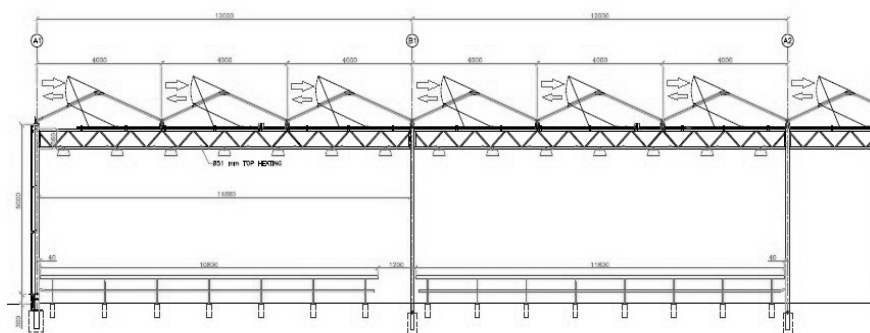


Рис. 4. Схема аерації блокових теплиць

Найбільше зниження температури листя рослин відбувається при зволоженні припливного повітря водою (температура листя знижується (у 2,0–2,5 раза). Застосування цього способу зняття перегріву обмежено підвищенням енергетичних витрат, а також можливістю створення холодних потоків повітря в об'ємі споруди.

Економічна ефективність при використанні механічної вентиляції досягається при мінімальному питомому повітрообміні $\ell = 21 \text{ м}^3 / (\text{м}^2 \text{ год})$ [12].

Системи механічної вентиляції, що мають таку економічну і технологічну продуктивність, не забезпечують задовільного зниження температури повітря у теплицях (охладжуючий ефект у теплий період року не перевищує 2–3°C). Для збільшення інтенсивності охолодження системи примусової припливно-витяжної вентиляції повинні працювати у сукупності з іншими системами зняття перегріву.

Ефективність і технологічні характеристики систем випарного охолодження і дозволення (СВОД) досить повно висвітлені в роботі [13]. СВОД у комплексі з іншими системами зняття перегріву (природна, механічна вентиляція) можуть активізувати процеси асиміляції надлишків тепла, нормалізувати температуру листяної поверхні біомаси. Аерозольна хмара, створена цією системою у верхній частині споруди, пропускає спектр випромінювання у всьому необхідному для фотосинтезу рослин діапазоні, але поглинає довгохвильову теплову частину спектра сонячної радіації [14].

Висновки та перспективи подальших досліджень

Наведений вище короткий огляд ефективності зняття перегріву повітря у теплий період року дозволяє зробити висновок про перспективність застосування систем зняття перегріву за допомогою потоків диспергованої вологи.

Перспективою подальших досліджень є вплив технічного стану складових автоматизованих систем керування мікроклімату, в тому числі системи випарного охолодження і до зволоження, на якісні та кількісні характеристики продукції захищеного ґрунту.

Література

1. Позин Г. М. Расчет теплотерь в грунте для теплиц без почвенного обогрева / Г. М. Позин, В. С. Павлов // Науч. тр. Гипрониисельпром. – 1974. – Вып. 6.
2. Руководство по теплотехническому расчету культивационных сооружений. – Орел : Гипрониисельпром, 1982. – 173 с.
3. Нормы технологического проектирования теплиц и тепличных комбинатов для выращивания овощей и рассады : НТП-СХ 10-80. – М., 1981. – 61–88 с.
4. Овощеводство защищенного грунта / С. Ф. Ващенко [и др.]. – М. : Колос, 1984. – 272 с.
5. Способы затенения теплиц : [США] // Овощные и бахчевые культуры. – 1974. – № 4. – 22 с.
6. Hanselmann E. Weiss oder Orange-kontroverse Diskussion uber Schattierungen / E. Hanselmann // Dtutscher Gartenbau. – 1977. – № 44. – S. 1805–1806.
7. King E. Beitrage zum Gewachshausklimat / E. King // Der Erwerbgartner BRD. – 1970. – № 24. – S. 2001–2003.

8. Корольков Е. Д. Регулирование температуры и влажности воздуха в теплицах с водонаполненной кровлей / Е. Д. Корольков, В. В. Климов // Докл. ТСХА. – 1972. – Вып. 186. – 139–142 с.

9. Баулина И. В. Система количественно-качественного регулирования теплоступлений солнечной радиации в культивационные сооружения : автореф. дис. на соискание учён. степени канд. техн. наук / И. В. Баулина. – М., 1973. – 1 – 26 с.

10. Баулина И. В. Исследование воздушного режима теплиц в тёплый период года / И. В. Баулина, М. А. Абазалиева. – М., 1992. – 15 с. – Деп. в ВНИИТПИ, № 11224.

11. Lebel J. Le rasraichis - sement des serres / J. Lebel, J. Sarret // Chand froid Plomberie. – 1971. – № 303. – P. 97–100.

12. The Principles of Tau Ventilation of Glasshouses // Nurserymen Garden Centre. – 1971. – Vol. 152, № 25. – P. 726–728.

13. Гродзинский Д. М. Биофизика растений / Д. М. Гродзинский. – К. : Наук. думка, 1972.

14. Похвалитый А. П. Исследование работы систем испарительного охлаждения для оптимизации климатического режима культивационных сооружений : автореф. дис. на соискание учён. степени канд. техн. наук / А. П. Похвалитый. – М., 1986. – 28 с.
