

УДК 533.6.011.8

Забезпечення вхідними даними смарт системи мікроклімату теплиці малої площі

Синицина Є.Ю.¹, Губарев О.П.¹

1 – Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ, Україна

***Анотація.** Працездатність тепличного автоматично-адаптивного об'єкту залежить від певних сталих параметрів, які впливають на внутрішні процеси теплиці. На мікроклімат теплиці впливають форма та її орієнтація, напрямок вітру, властивість матеріалу з якого вона виготовлена, оскільки саме ці параметри зрештою впливають на загальну сонячну радіацію, теплову характеристику та структуру потоку всередині. Успіх виробництва тепличних культур залежить від здатності ретельно регулювати мікроклімат всередині теплиці, щоб задовольнити вимоги щодо рослинництва та якості отриманої продукції. Метою роботи є визначення основних параметрів мікроклімату теплиці, що підлягають регулюванню та/або врахуванню в алгоритмах керування пневмо-гідролічної смарт системи мікроклімату. Визначені параметри мають надавати повну інформацію про перебіг процесів мікроклімату автоматично-адаптивного тепличного об'єкту.*

***Ключові слова:** тепличний об'єкт; теплопровідність; світлопроникливість; системи вентиляції, інженерні системи теплиці; температура повітря; відносна вологість повітря.*

На першому етапі визначення основних параметрів мікроклімату теплиці було проаналізовано відомі приклади тепличного господарства та визначено підсистеми, які можуть бути задіяні в забезпеченні потрібного мікроклімату в теплиці [1,2,3]:

- Система вентиляції;
- Система зашторювання;
- Система опалення;
- Система рециркуляції повітря;
- Система водопостачання та каналізації;
- Система поливального водопроводу;
- Система резервного поливу;
- Система випарного охолодження і зволоження повітря;
- Система внутрішніх водостоків;
- Система технологічного дренажу.

На другому етапі проаналізовано відомі приклади технічних рішень тепличного господарства та визначено сталі та змінні зовнішні і змінні внутрішні параметри системи мікроклімату [4].

Частина складових сталих параметрів теплиці, від якої залежить працездатність тепличного об'єкту, обумовлена матеріалом з якого вона виготовляється. Найпопулярнішими теплицями є ті, що виконані із стільникового полікарбонату [5,6]. Даний матеріал хороший тим, що відмінно пропускає сонячне світло і утримує тепло, має малу вагу, не велику вартість та простоту монтажних робіт у порівнянні з іншими матеріалами, що мають аналогічні характеристики [7]. Параметрами матеріалу, що впливають на роботу смарт системи є: теплопровідність, світлопроникливість, герметичність, товщина та колір матеріалу, розташування. Діапазон змін значень параметрів може бути охарактеризовано наступними властивостями матеріалу [табл. 1]:

Вище вказані параметри мають наступні взаємозв'язки з підсистемами:

- Система вентиляції (герметичність);
- Система зашторювання (світлопроникнення);
- Система опалення (теплопровідність);

- Система випарного охолодження і зволоження повітря (герметичність, теплопровідність).

Таблиця 1

Діапазон змін значень параметрів тепличного об'єкту виготовленого з полікарбонату

Параметри / товщина листа, мм	4	6	8	10
Співвідношення між товщиною полікарбонату і його масою, 1 м ² на кг	0,8	1,3	1,5	1,7
Співвідношення між товщиною листа і його властивістю поглинання шуму, дБ	4	16	16	17
Співвідношення між товщиною листа і коефіцієнтом теплопередачі (Вт / м ² °С)	3,9	3,6	3,4	3,4
Світлопроникливість, %	88	88	88	88
Удароміцність, кДж/м	900-1100	900-1100	900-1100	900-1100
Діапазон температур, °С	-40 - +120	-40 - +120	-40 - +120	-40 - +120
Термічне розширення, мм/м	2,5 – для прозорих 4,4 – для кольорових	2,5 – для прозорих 4,4 – для кольорових	2,5 – для прозорих 4,4 – для кольорових	2,5 – для прозорих 4,4 – для кольорових
Термін експлуатації	10 років	10 років	10 років	10 років

Означені параметри є сталими і для їх врахування в алгоритмі керування необхідними даними є наступні:

- Коефіцієнт теплопровідності;
- Коефіцієнт світлопроникливості;
- Перелік та площа поверхонь і їх розташування відносно вітрового потоку;
- Перелік та площа поверхонь і їх розташування відносно світлового потоку;
- Площа нерегульованих витоків/втоків повітря (герметичність).

Визначені параметри, при врахуванні в алгоритмі керування, базуватимуться на конструктивних параметрах, результатах розрахунків, відповідних залежностях (теплопровідність, світлопроникливість).

Важливо не просто скомпонувати тепличний об'єкт вищеперерахованими системами, а зробити їх автоматичними та адаптивними [табл. 2]. Автоматичне управління парниковою системою можна розділити на три підрозділи:

Всередині теплиці:

- Температура ґрунту та повітря;
- Відносна вологість повітря;
- Концентрація CO₂;
- Електропровідність та вологість ґрунту.

За межами теплиці:

- Температура та відносна вологість повітря;
- Сонячна радіація;
- Швидкість та напрямок вітру;
- Норма опадів.

Обладнання:

- Положення вентиляційних отворів;

- Положення системи затінення;
- Подача добрива.

Так як система управління керує процесами, які відбуваються у теплиці, то них є наступні вимоги:

- Підтримувати рівень температури повітря у діапазоні 20-30 °С;
- Підтримувати рівень відносної вологості повітря в межах 60-90%;
- Забезпечувати достатню кількість CO₂ для вирощування відповідних культур;
- Система поливу має бути раціональною та ефективною;
- Відслідковувати кліматичні зміни у навколишньому середовищі, які впливають на працездатність системи мікроклімату теплиці;
- Встановити систему затінення для зменшення впливу сонячної радіації на рослини;
- Забезпечити рециркуляцію повітряних мас у тепличному об’єкті.

Таблиця 2

Основні інженерні системи мікроклімату теплиці та їх засоби контролю.

Інженерна система	Параметри, які контролюються	Виконавча частина	Засоби керування	Засоби контролю
Система вентиляції	Температура повітря	Вентиляційні отвори (приток)	Гідропривід (пневмопривід)	Датчики температури та вологості, анемометр та флюгер. (На приток засоби контролю встановлюються на вулиці, а на витяжку – у теплиці)
		Вентилятор (витяжка)	Робоче колесо	
	Вологість повітря	Вентиляційні отвори (приток), насос	Гідропривід (пневмопривід), форсунки, клапан	
		Вентилятор (витяжка)	Робоче колесо	
	Напрямок та швидкість вітру	Вентиляційні отвори	Гідропривід (пневмопривід)	
Система зашторювання	Рівень CO ₂	Шторний екран	Гідропривід (пневмопривід)	Оптичний датчик
Система освітлення	Кількість світла на 1 м ²	Світлодіодні лампи		
Система опалення	Температура повітря та ґрунту	Змішувальні клапани, циркуляційні насоси, трубопроводи	Клапани	Датчики температури
Система рециркуляції повітря	Температура повітря	Осьовий вентилятор	Робоче колесо	Датчики температури та вологості, анемометр та флюгер. (Встановлюються у середині теплиці)
	Вологість повітря	Осьовий вентилятор, насос	Робоче колесо, форсунки, клапан	
	Напрямок та швидкість руху повітряних мас	Осьовий вентилятор	Робоче колесо	

Система водопостачання та каналізації	Вологість ґрунту	Насос	Клапани	Водомірний вузол, датчик вологості
Система поливального водопроводу	Вологість ґрунту	Ємність		
Система випарного охолодження та зволоження повітря	Вологість та температура повітря	Ємність, насоси, механічний фільтр	Клапани	Датчики температури та вологості

Всі складові теплиці пов'язані між собою і без одного з будь-яких елементів комплексна система працювати не буде. У результаті чого буде неможливим виростити бажану кількість якісної продукції. Тому при розробці моделі теплиці потрібно врахувати всі параметри та фактори, що підлягають регулюванню та/або врахуванню в алгоритмах керування пневмогідролічної смарт системи мікроклімату. Визначені параметри мають надавати вхідну інформацію до алгоритму керування системи мікроклімату, з одного боку, та формують вимоги щодо засобів контролю і регулювання визначених параметрів, з іншого боку.

Список літератури

1. Gil, R., K.R. Boyak and E. Schrevens. 2011. Evaluation of the suitability of four methods for estimating the duration of leaf moisture in the greenhouse rose crop. *Acta Hort.* 893, 797-804.
2. Redmond Ramin Shamshiri, James W. Jones, Kelly R. Thorpe, Desa Ahmad, Hasfalina Che Man and Sima Taheri. 2017. Review of optimal temperature, humidity and steam pressure deficit to assess the microclimate and control in greenhouse cultivation of tomatoes: a review. 287-302.
3. DT Santos *, K.N. Tivari, Vikas Kumar Singh and A. Raja Gopala Reddy. 2017. Microclimate control in the greenhouse. 1730-1742.
4. Edwin Andres Villagran, Rodrigo Gill, John Fabio Acuña and Carlos Ricardo Boyac. 2012. Ventilation optimization and its impact on the microclimate of the Colombian multibeam greenhouse. *Agronomía Colombiana* 30 (2), 282-288.
5. Kei-shi. 2015. Influence of ventilation openings on the microclimate inside multi-span greenhouses during the summer and winter seasons. 399-410.
6. Giuseppino Nicolosi, Roberto Volpe and Antonio Messineo. 2017. Innovative adaptive control system for regulating microclimatic conditions in the greenhouse. 722.
7. Singh, VK 2016. GREENHOUSE MICROCLIMATE FORECASTING USING AN ARTIFICIAL NEURAL NETWORK. 767-778.

Providing input to the smart system of the microclimate of the heifer of a small area

Yelyzaveta Synytsyna, Oleksandr Hubarev

Abstract. The performance of a greenhouse automatic-adaptive facility depends on certain fixed parameters that affect the internal processes of the greenhouse. The microclimate of the greenhouse is influenced by the shape and its orientation, wind direction, property of the material from which it is made, because these parameters ultimately affect the overall solar radiation, thermal characteristics and structure of the flow inside. The success of greenhouse production depends on the ability to carefully regulate the microclimate inside the greenhouse to meet the requirements for crop production and product quality. The aim of the work is to determine the main parameters of the greenhouse microclimate, which are subject to regulation and / or consideration in the control algorithms of the pneumatic-hydraulic smart microclimate system. The defined parameters should provide input to the control algorithm of the microclimate system, on the one hand, and form requirements for the means of control and regulation of certain parameters, on the other hand.
Keywords: greenhouse facility; thermal conductivity; light transmission; ventilation systems, greenhouse engineering systems; air temperature; relative humidity.