

ВИКОРИСТАННЯ ЗАМКНУТОЇ СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ ТА ВЕНТИЛЯЦІЇ В СПОРУДАХ ЗАКРИТОГО ҐРУНТУ

Кенко О.І., к.т.н., Уманський державний аграрний університет, Умань

Голуб Г.А., к.т.н., ННЦІМЕСГ, Глеваха

Вдовенко С.А., к.с.г.н., Вінницький державний аграрний університет, Вінниця

Представлені результати досліджень теплообмінних та газообмінних процесів в замкнутій системі опалення та вентиляції теплиць.

В період підвищення цін на енергоносії та їх непрогнозованого коливання, особливо актуальним стає питання енергозбереження, яке включає в себе багато факторів, що дозволяють зменшити енерговитрати і тим самим зменшити їх долю у собівартості продукції сільськогосподарського виробництва.

При розробці сучасних технологій виділяють кілька основних і допоміжних напрямів. Один з цих напрямів – оптимізація роботи опалювально-вентиляційних систем в багатofакторному середовищі теплиць. Компромiсним рішенням в цьому питанні може бути мінімізація витрат енергії при збереженні рівня прибутковості.

Виробництво овочевої продукції в теплицях пов'язане із значними енергетичними витратами на нагрів вентиляційного повітря. Для цілей енергозбереження в теплицях застосовують системи вентиляції, які забезпечують використання теплого повітря теплиці.

В Уманському державному аграрному університеті була розроблена замкнута система опалення та вентиляції теплиць (ЗСОВ) в якій було використано особливість протилежності дихання рослин і грибів: рослини споживають вуглець і виділяють кисень, а гриби навпаки.

Завданням цієї системи є забезпечення газового взаємопідживлення рослин та грибів і утилізація теплової енергії.

Матеріали та методика досліджень. Теоретичні і експериментальні дослідження виконувались за стандартними методиками. Застосовано методи математичного моделювання з використанням програмного забезпечення Math-CAD 2001 Professional, числові методи диференціювання та інтегрування аналітично заданих функцій при розв'язанні рівнянь динаміки зміни концентрації CO₂ та температури повітря і субстрату. Для дослідження статичних та динамічних характеристик використовувались методи пасивного та активного експерименту. Експериментальні дослідження проводились в теплиці кафедри екології, декоративного садівництва та лісівництва Уманського державного аграрного університету. Експерименти по вимірюванню динаміки зміни концентрації CO₂ проводились в ґрудні-січні 2000-2002 та 2003-2004 рр.

Результати досліджень. В світлий час доби повітрообмін здійснювався між теплицею 1, де вирощувались рослини при природному освітленні та культивацийним приміщенням 2 де вирощувались гриби, а у темний період доби між приміщенням 3, де рослини вирощувались при штучному освітленні та культивацийним приміщенням 2 для грибів. Повітрообмін між теплицею 1 і культивацийним приміщенням 2 припинявся, але додатково здійснювався повітрообмін між теплицею і приміщенням, де рослини вирощувались при штучному освітленні. Це забезпечує повну утилізацію вуглекислоти і значний вихід овочевої продукції як із теплиці, так і з приміщення, де рослини вирощуються при штучному освітленні (рис. 1).

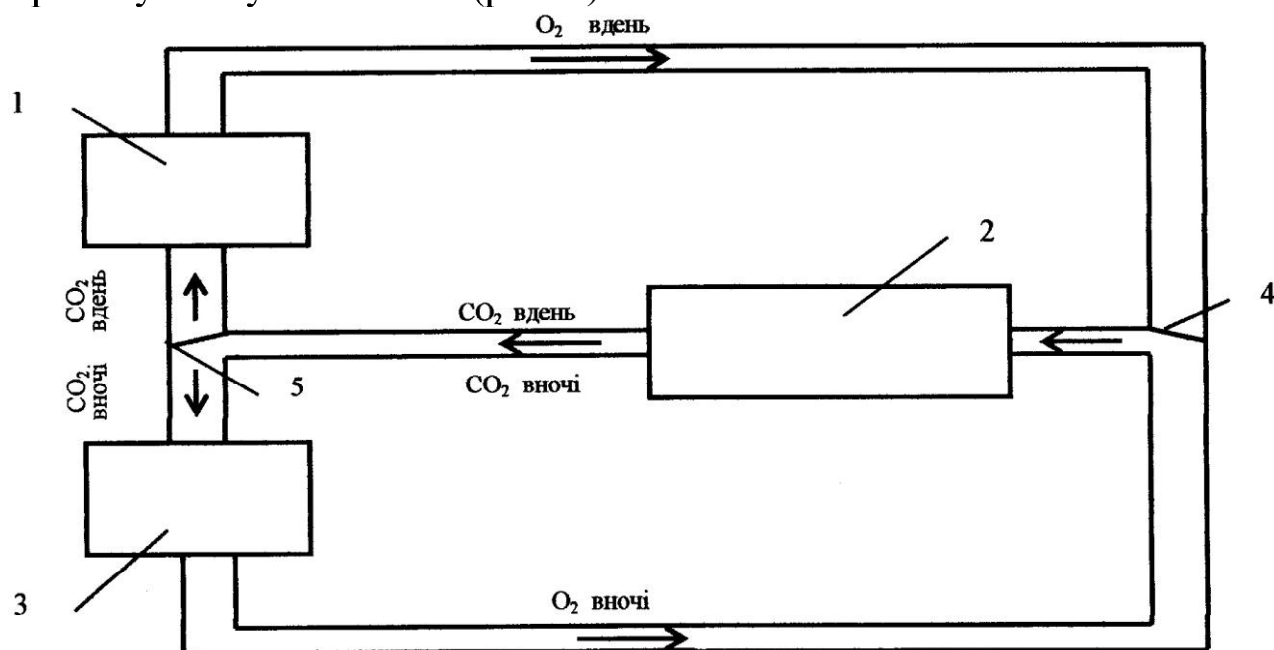


Рис. 1. Функціональна схема замкнутої системи вентиляції: 1 – денна теплиця, 2 – грибниця, 3 – нічна теплиця, 4 – регулюючий пристрій

За допомогою пристрою 4 повітря перекривалось, тим самим припинялась подача повітря із культивацийного приміщення 2 для вирощування грибів в теплицю 1 і забезпечувалась його подача в приміщення 3, де рослини вирощували при штучному освітленні. Вранці, коли з'являлось сонячне світло, пристрій 4 переводився в друге положення, в результаті чого на весь денний час забезпечувалось подача насиченого вуглекислотою повітря, із культивацийного приміщення 2 для вирощування грибів в теплицю 1. Разом з тим, в світлий час доби, повітря насичене киснем із теплиці 1 (а в нічний час із приміщення 3) подавалось в культивацийне приміщення 2 для вирощування грибів. Додатково здійснювався повітрообмін між теплицею 1 і приміщенням 3, де рослини вирощувались при штучному освітленні.

ЗСОВ дозволяє економити енергоносії за рахунок зменшення нагріву припливного повітря та збільшити вихід овочевої продукції завдяки підвищеним концентраціям вуглекислоти у повітрі, що поступає з культивацийного приміщення де вирощуються гриби.

В результаті проведення дослідів експериментально підтверджено характеристики тепломасообмінних процесів під час опалення та вентиляції теплиць і приміщення для вирощування грибів, тобто: статичні у вигляді балансів теплоти та вмісту CO₂, а також динамічні у вигляді розгінних кривих по температурі та вмісту CO₂. Вперше для замкнутої системи опалення та вентиляції теплиць отримані регресійні рівняння нестационарних режимів по каналах температури та концентрації CO₂, обґрунтовано застосування теплового насосу та показана його гранична вартість, для замкнутої системи опалення та вентиляції теплиць запропоновані технологічні основи автоматизації тепломасо- та газообмінних процесів.

Розроблена методика інженерного розрахунку замкнутої системи опалення та вентиляції теплиць дозволяє використовувати її при реконструкції існуючих та проектуванні нових тепличних комплексів в АПК. Ця методика передбачає розрахунок як статичних так і динамічних режимів роботи ЗСОВ. Розроблені технологічні основи автоматизації системи і обґрунтована та розроблена структурна схема автоматизації. На основі принципової схеми системи запропоновані варіанти схем ЗСОВ які складаються із трьох, двох чи одного приміщення з врахуванням допоміжного контура вентиляції для оновлення повітря.

У зв'язку з великою інтенсивністю дихання грибів обґрунтовано співвідношення розмірів теплиць в ЗСОВ.

Розрахунок економічної ефективності приводився по економії експлуатаційних витрат на прикладі зимової багатоланкової ґрунтової теплиці площею 0,5 га для підсобних господарств за ТП № 810-1-7.83 (табл. 1).

Техніко-економічні розрахунки показали, що економія експлуатаційних витрат при використанні замкнутої системи опалення та вентиляції в спорудах закритого ґрунту склали: при роботі на мазуті – 516 тис. грн (18,7%); при роботі на вугіллі – 444 тис. грн (17,4%); при роботі на газі – 68 тис. грн (4,6%). Термін окупності додаткових капіталовкладень коливається від 0,19 до 1,46 років. Виробнича перевірка показала економію теплової енергії на 10,7%.

Економічна ефективність замкнутої системи вентиляції
(результати розрахунку в цінах 2004 р.).

Показники	Од. вим.	Режим роботи ЗСОВ	
		розімкнутий (базовий варіант)	замкнутий
Додаткові капіталовкладення, K_p	тис. грн.	-	100
Вартість енергії, ζ			
- при роботі на мазуті	тис. грн.	2741	2103
- при роботі на вугіллі	тис. грн.	2540	1974
- при роботі на газі	тис. грн.	1489	1299
- амортизація P_a (14,2% від K)	тис. грн.	-	14,2
- поточний ремонт $P_{пр}$ (5% від K)	тис. грн.	-	5,0
- загально виробничі витрати $P_{зг}$ (15% від $P_a+P_{пр}$)	тис. грн.	-	2,9
Загальні експлуатаційні витрати, Z			
- при роботі на мазуті	тис. грн.	2741	2225
- при роботі на вугіллі	тис. грн.	2540	2096
- при роботі на газі	тис. грн.	1489	1421
Економія експлуатаційних витрат, ΔZ			
- при роботі на мазуті	тис. грн.		516
- при роботі на вугіллі	тис. грн.		444
- при роботі на газі	тис. грн.		68
Термін окупності експлуатаційних витрат			
- при роботі на мазуті	рік		0,19
- при роботі на вугіллі	рік		0,23
- при роботі на газі	рік		1,46

Список літератури

1. Биофизика фотосинтеза / Под. ред. А.Б. Рубина. -М.: Изд. Московского ун-та, 1975. – 224 с.
2. Гродзинский Д.М. Биофизика растений. – К.: Наукова думка, 1982. – 256 с.
3. Патент. № 57956 А Україна, МКВ А01G9/24. Спосіб вентиляції споруд закритого ґрунту / Гірченко М.Т., Голуб Г.А., Жоров В.І., Вдовенко С.А., Кепко О.І, Шаповалов Л.В. (Україна). - №2002021688; Опубл. 15.07.2003. Бюл. № 7.

Резюме

Представлены результаты исследований теплообменных и газообменных процессов в замкнутой системе отопления и вентиляции теплиц.

Resume

The results of researches of heat-exchange and interchange of gases processes in the closed heating system and ventilation of greenhouses are represented.