

ля вздовж намотки багат шарового індуктора, що дозволяє визначити електрофізичні умови, в яких знаходяться витки обмотки;

2. Запропонований підхід дозволяє визначити додаткові втрати потужності в окремих групах провідників та в багат шаровій обмотці в цілому, і тим самим підвищити точність розрахунку енергетичних характеристик циліндричних індукторів.

Список літератури

1. Кондратенко І.П. Дослідження розподілу температури в завантаженні циліндричного індуктора / І.П. Кондратенко, В.П. Лисенко, Д.С. Комарчук // Науковий вісник НУБіП України. Серія «Техніка та енергетика АПК» – К., 2012. – Вип. 184, ч.1. – С.74 – 82.

2. Постников И.М. Проектирование электрических машин / И.М. Постников. – К.: Госэнергоиздат, 1960. – 910 с.

3. Тихомиров П.М. Расчет трансформаторов: [учеб. пособие для вузов.] / П.М. Тихомиров. – [4-е изд., перераб. и доп.] – М.: Энергия, 1976. – 544 с.

4. Установки индукционного нагрева: [учеб. пособие для вузов; под ред. А.Е.Слухоцкого] / А.Е. Слухоцкий, В.С. Немков, Н.А. Павлов, А.Б. Бамунэр. – Л.: Энергоиздат, 1981. – 328 с.

На основе численного метода конечных элементов разработана методика расчета дополнительных потерь мощности в многослойных обмотках индукторов с учетом неравномерного распределения компонент электромагнитного поля вдоль намотки индуктора.

Цилиндрический индуктор, дополнительные потери мощности, многослойная обмотка.

On the basis of the numerical finite element method the method of calculation of additional power losses in the windings of the multilayer inductors with the uneven distribution of components of the electromagnetic field along the winding inductor has been developed.

Cylindrical inductor, additional power losses, multilayer winding.

УДК 631.22

ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ТЕПЛИЦЬ З ВИКОРИСТАННЯМ ВАКУУМНИХ ГЕЛІОКОЛЕКТОРІВ

В.О. Лазоренко, кандидат технічних наук

Викладено результати вдосконалення системи теплопостачання теплиць з використанням традиційних джерел енергії та вакуумних геліоколекторів, а також результати дослідження її енергоефективності з використанням теплозахисних екранів і штори. Визначено коефіцієнт заміщення теплового навантаження.

© В.О. Лазоренко, 2013

Теплиця, вакуумний геліоколектор, теплопостачання, термічний опір, енергоефективність, коефіцієнт заміщення теплового навантаження, штора.

Головна проблема виробництва несезонних овочів – висока собівартість внаслідок значних витрат на енергоресурси. У структурі собівартості овочевої продукції закритого ґрунту питома вага енерговитрат досягає 60 %.

У 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 вирощування овочів виділяють кілька основних і допоміжних напрямів. Один з цих напрямів розглядає питання оптимізації роботи опалювально-вентиляційних систем у багатофакторному середовищі теплиць. Компромісним рішенням у цьому питанні може бути мінімізація витрат енергії при збереженні рівня прибутковості. Відповідно до норм технологічного проектування ОНТП-СХ10-81 системи інженерного забезпечення мікроклімату в теплицях повинні підтримувати температуру внутрішнього повітря від 15–18 до 26–30 °С, відносну вологість повітря від 60 до 95 %, температуру ґрунту — від 18 до 26 °С залежно від культури, що вирощується у спорудах захищеного ґрунту, і періоду її вегетації. Створити необхідну температуру (18–26 °С) на глибині 0,2–0,3 м, тобто в зоні розташування коренів, за рахунок внутрішнього теплового режиму споруди важко та економічно недоцільно, тому що це вимагало б підвищення температури повітря в теплиці і збільшення тепловтрат через огородження на 10–20 %.

При інтенсивному веденні землеробства в закритому ґрунті енерговитрати в декілька разів перевищують витрати при виробництві овочів у відкритому ґрунті. Дослідження [1,2] показали, що на витрачену одиницю зовнішньої енергії в закритому ґрунті забезпечується накопичення тільки 0,02 біологічної енергії. Отже, сучасне тепличне землеробство, яке є високоомеханізованим виробництвом, в енергетичному відношенні мало-ефективне. Теплотехнічне удосконалення культивацийних споруд проводиться нині за такими напрямками: покращення конструктивних рішень теплиць; створення більш ефективних у техніко-економічному відношенні систем обігріву; використання поновлюваних джерел енергії та вторинних енергоресурсів.

Пріоритетним напрямом, що визначає ефективність виробництва овочів закритого ґрунту в сучасних умовах, є активна енергозберігаюча політика підприємств на базі використання інтенсивних технологій вирощування овочевих культур. Цим визначається актуальність цієї теми дослідження.

Мета досліджень – вдосконалення системи теплопостачання теплиць з використанням традиційного водяного підігріву і поновлюваного –

шляхом застосування сонячних вакуумних колекторів та визначення її енергоефективності.

Матеріали та методика досліджень. Теплиці є одними з найбільших споживачів теплової енергії, тому доцільно зосередити зусилля на створенні енергоефективних систем, які не вимагають великих енергозатрат первинних паливно-енергетичних ресурсів і разом з тим можуть забезпечити теплом теплицю в холодну пору року. Доцільно використовувати сонячну енергію для підігрівання води за допомогою сонячних колекторів для технологічних та побутових потреб, а також для підігрівання теплоносія, що циркулює в системі водяного опалення та безпосереднього підігрівання середовища в спорудах захищеного ґрунту.

Налаштувати енергозберігаючу технологію їх виробництва з раціональним використанням теплоти під час комп'ютерного регулювання її витрат, що зумовлює створення надійного оптимального мікроклімату і, як наслідок, дає можливість збільшувати урожайність тепличних культур та підвищувати їх якість.

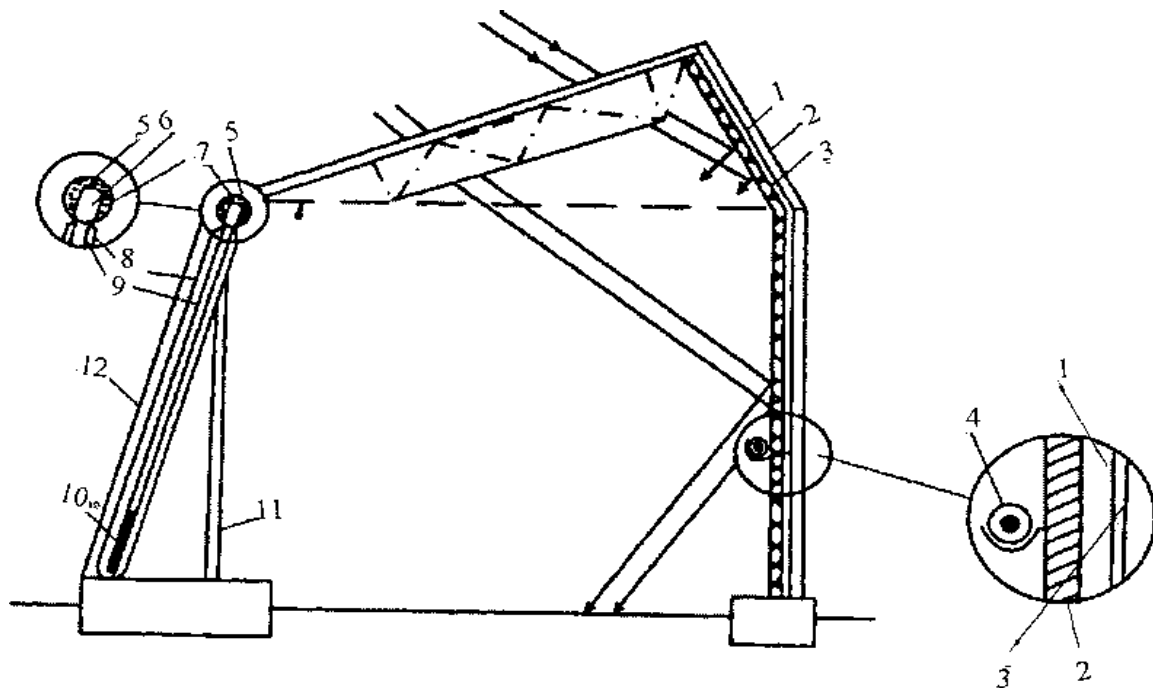
Відома теплиця [3] для вирощування розсади та тепличних культур у спорудах зі штучним кліматом. Часткове вирішення поставленого завдання досягається тим, що для ефективнішого використання сонячної енергії на південній вертикальній стороні огорожжуваних конструкцій до рівня підпокрівельної ферми встановлена геліосистема з вакуумними сонячними колекторами, з кутом нахилу відносно горизонту залежно від географічної широти місцевості, де встановлена геліосистема. Зовнішні труби сонячного колектора, виготовлені із зміцненого баросилікатного скла, є прозорими, тому сонячні промені через скло нагрівають внутрішні труби сонячного колектора, а також середовище в теплиці. Внутрішні труби виготовлені із матеріалу, що має високий коефіцієнт теплопровідності і покриті високоякісним селективним покриттям, яке забезпечує поглинання більше 90 % випромінювальної енергії сонця при мінімальному рівні рефлексії (відбивання). Ці труби заповнені частково нетоксичною органічною рідиною з температурою кипіння нижче мінус 30 °С. Між зовнішньою і внутрішньою трубами – вакуум, завдяки чому перенос теплоти конвекцією і теплопровідністю відсутній, а, отже, і втрати теплоти незалежно від температури навколишнього середовища незначні.

Недоліком відомої конструкції теплиці є те, що холодне повітря за рахунок інфільтрації проникає в теплицю через елементи з'єднань сонячних колекторів, що негативно впливає на температурний та вологісний режим у теплиці. До того ж має місце розсіяний радіаційний тепловий потік, що виникає за рахунок відбитого теплового випромінювання від теплозахисних екранів, ґрунту та інших поверхонь, спрямований у напрямку „із теплиці” через прозорі елементи вакуумних колекторів. Таким чином знижується ефективність роботи геліосистеми, що потребує додаткових затрат паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР).

Вдосконалення системи теплопостачання [4] забезпечує зменшення втрат теплоти, яка вже надійшла в теплицю за рахунок водяного опалення та сонячної радіації. Досягається це тим, що на південній вертикаль-

ній стороні огороджуючих конструкцій до рівня підпокрівельної ферми встановлена штора із світлопроникного, вітро – та вологозахисного шару, який пропускає теплове та оптичне випромінювання, з селективним покриттям на внутрішній поверхні, яке відбиває в теплицю інфрачервоне випромінювання, спрямоване „із теплиці”. При цьому утворюється тришарова огороджуюча конструкція: штора – шар повітря – вакуумний сонячний колектор, термічний опір теплопередачі якої при переносі теплоти, в тому числі радіаційного теплового потоку від ґрунту та випромінювання середовища теплиці, збільшується до 2,0–2,3 м²К/Вт. У той же час ззовні теплове та оптичне випромінювання проходить без перешкод, а приплив холодного повітря за рахунок інфільтрації зменшується практично до 0.

Загальний вигляд енергозберігаючої теплиці наведено на рисунку. Запропонована конструкція працює за програмою, яка залежить від культури і забезпечує підтримання необхідних параметрів мікроклімату протягом всього технологічного процесу вирощування рослин.



Теплиця енергозберігаюча:

- 1 – конструкції спеціальних гнутих профілів; 2 – сонцепроникний схил огороджуючої конструкції; 3 – теплозахисний екран; 4 – труби шатрового обігріву; 5 – розподільний колектор системи водяного опалення; 6 – верхня частина внутрішньої труби вакуумного геліоколектора – конденсатор; 7 – теплоносій, що циркулює в системі опалення теплиці; 8 – прозора зовнішня труба із зміцненого баросилікатного скла; 9 – внутрішня труба, виготовлена із матеріалу, що має високий коефіцієнт теплопровідності і покрита високоякісним селективним покриттям; 10 – органічна рідина, що має температуру кипіння нижче мінус 30 °С; 11 – опора; 12 – штора

Тепловий режим забезпечується комбінованою системою опалення, яка включає використання традиційних джерел енергії та поновлюваного з вакуумними сонячними колекторами. Регулювання параметрів мікроклі-

мату, витрат теплоносія, контроль поливу, мінерального живлення, електроосвітлення у розсадному відділенні, підживлення вуглекислотою здійснюється комп'ютерною системою контролю мікроклімату. Надлишок теплоти використовується для нагрівання води в акумуляторі теплоти для технологічних та побутових потреб.

При встановленні штори із світлопроникного, вітро- та вологозахисного шару з селективним покриттям на внутрішній поверхні теплове та оптичне випромінювання ззовні проходить без перешкод, а при переносі теплоти в напрямку із теплиці зростає термічний опір огорожуючої поверхні теплиці. Сумарні втрати теплоти через цю поверхню зменшуються на 7 %, а коефіцієнт заміщення теплового навантаження при поглинанні вакуумними колекторами 97 % випромінювальної енергії сонця та рівні рефлексії 3–7 % зростає від 0,58 до 0,62, що свідчить про підвищення енергоефективності систем тепlopостачання теплиць та зниження собівартості продукції.

Висновки

1. Вдосконалено систему тепlopостачання теплиць з використанням традиційного водяного підігріву і поновлюваного – сонячних вакуумних колекторів шляхом встановлення штори із світлопроникного, вітро- та вологозахисного шару з селективним покриттям на внутрішній поверхні.

2. При переносі теплоти в напрямку „із теплиці” зростає термічний опір огорожуючої поверхні теплиці до 2,0–2,3 м²К/Вт. Сумарні втрати теплоти через цю поверхню зменшуються на 7 %.

3. Визначено коефіцієнт заміщення теплового навантаження (частка сонячної енергії в покриванні теплового навантаження), який при поглинанні вакуумними колекторами 97 % випромінювальної енергії сонця та рівні рефлексії 3–7% становить 0,62, що характеризує енергетичну ефективність роботи системи тепlopостачання теплиці.

Список літератури

1. Волеваха М. М. Енергетичні ресурси клімату України / М. М. Волеваха, М. І. Гойса. – К.: Наук. думка, 1967. — 132 с.
2. Корчемний М. О., Енергозбереження в агропромисловому комплексі / Корчемний М. О., Федорейко В. М., Щербань В. А. – Тернопіль: Підручники і посібники, 2001. – 984 с.
3. Пат. № 65560 Україна, МПК АО1G 9/00. Геліотеплиця / Лазоренко В. О.; власник Національний університет біоресурсів і природокористування України. – № u 2011006025; заявл. 9.07.2009; опубл. 12.12.2011, Бюл. №23.
4. Пат. № 70793 Україна, МПК АО1G 9/00. Теплиця енергозберігаюча / Лазоренко В. О.; власник Національний університет біоресурсів і природокористування України. – № u2011 14538; заявл. 7.12.2011; опубл. 25.06.2012, Бюл. №12.

Изложены результаты усовершенствования системы теплоснабжения теплиц с использованием традиционных источников энергии и вакуумных гелиоколлекторов, а также результаты исследований ее энергоэффективности с использованием теплозащитных экранов и штор. Определен коэффициент замещения тепловой нагрузки.

Теплица, вакуумный гелиоколлектор, теплоснабжение, термическое сопротивление, энергоэффективность, коэффициент замещения тепловой нагрузки, штора.

Results of development of the system of hotbrining of hothouses with using of vacuum heliocollector and results of investigation of their energy efficiency with using of heatcover screens for the combined aquatic and sunny heating are considered. Economic effect of applying results in industry is certain/ It is a coefficient of substitution warm loading.

Hothouse, vacuum heliocollector, hotbrining, thermal resistance, energy efficiency, coefficient of substitution warm loading, blind.

УДК 674.047

ОСНОВНІ ПОКАЗНИКИ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ АТМОСФЕРНОЇ СУШИЛЬНОЇ УСТАНОВКИ

**О.В. Шеліманова, кандидат технічних наук
А.О. Гур'єва, студентка магістратури**

Визначено основні показники роботи атмосферної сушильної установки, зокрема час підсушування матеріалу до заданого кінцевого вологовмісту.

Вільна конвекція, тепловий баланс сушарки, швидкість сушіння, час підсушування матеріалу.

Серед найбільш енергоємних процесів сучасного виробництва особливо вирізняється процес тепловологісної обробки, який супроводжується тепло- масообміном зовнішнього середовища з матеріалом, що сушиться [1].

Висока вологість відходів тваринницьких та птахівничих господарств (45–80 %) є основною перешкодою для використання цього палива в енергетичних цілях [3]. Розробка нових високоефективних технологій сушіння таких матеріалів сприяла б кращій реалізації потенціалу біомаси і, в результаті, зменшенню залежності економіки України від імпортованого російського газу.

Основним шляхом зменшення часу сушіння та підвищення ефективності цього процесу є застосування альтернативних методів, зокрема використання природної конвекції в сушарках атмосферного типу.

Мета досліджень – визначення основних показників ефективності роботи атмосферної сушильної установки в кліматичних умовах України.

Матеріали та методика досліджень. Методика визначення теплонадходжень від сонячної радіації в атмосферній сушарці, в якості