

Міністерство освіти і науки України

Національна академія наук України

Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка

ПРОБЛЕМИ Й ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ АКАДЕМІЧНОЇ ТА УНІВЕРСИТЕТСЬКОЇ НАУКИ

Збірник наукових праць
за матеріалами

ІХ Міжнародної
науково-практичної конференції

7 – 9 грудня 2016 року

Полтава 2016

УДК 697.94:62–52

Власенко О.І., д.ф.-м.н., професор, завідувач відділу

Велешук В.П., к.ф.-м.н., с.н.с

Інститут фізики напівпровідників НАН України

Шульга О.В., д.т.н., професор

Борищ В.В., к.ф.-м.н., доцент

Борищ О.Б., к.т.н., доцент

Нелюба Д.М., к.т.н., доцент

*Полтавський національний технічний
університет імені Юрія Кондратюка*

«ІНТЕЛЕКТУАЛЬНЕ» УПРАВЛІННЯ МІКРОКЛІМАТОМ ІНКУБАТОРА

Описано оригінальну конструкцію інкубатора, що має «інтелектуальну» систему автоматичного локального та дистанційного керування параметрами мікроклімату.

Ключові слова: температура, вологість, теплообмін, вимірювальний перетворювач, автоматична система, мікроконтролер, вентилятор, повітрообмін, нагрівач.

UDC 697.94:62-52

Vlasenko A., ScG (Physics and Mathematics)

Veleschuk V., PhD, Assoc. Prof.

Lashkaryov Institute of Semiconductor Physics,

National Academy of Sciences of Ukraine

Shulga O., ScG (Engineering)

Borshch V., PhD, Assoc. Prof.

Borshch O., PhD, Assoc. Prof.

Neliuba D., PhD, Assoc. Prof.

Poltava National Technical

Yuri Kondratyuk University

INCUBATOR MICROCLIMATE «INTELLIGENT» CONTROL

Described original laboratory and a demonstration plant for the automatic climate control system incubator.

Keywords: pressure, temperature transmitter installation, automatic system, mikrokontroller, heater performance.

Вступ. Успішна інкубація яєць домашніх і промислових птахів залежить від підтримки й забезпечення оптимальних значень температури, вологості, повітрообміну всередині інкубатора та періодичного перевертання яєць [1, 2]. Автоматичне управління параметрами мікроклімату інкубатора суттєво спрощує процес їх оптимізації, підвищує ефективність його роботи й знижує собівартість продукції.

Існуючі автоматичні системи керування параметрами мікроклімату промислових інкубаторів типу «Універсал» та ІУП-Ф-45/ІУВ-Ф-15 мають низку недоліків, серед яких дороге електронне обладнання іноземного виробництва; відсутність можливості дистанційного керування технологічним процесом; нерівномірність розподілу температури всередині інкубаційної камери; відсутність засобів боротьби з хвороботворними бактеріями, а також технічні недоліки.

Указані недоліки характерні й для вітчизняних інкубаторів малої та середньої продуктивності.

Сучасне інкубаційне обладнання компаній «Pas Reform Hatchery Technologies» (Нідерланди), «Petersime» (Бельгія), «Jamesway» (Канада), NatureForm (США), «Hatch Tech» (США) тощо набагато перевищує вартість аналогічного вітчизняного обладнання, що суттєво стримує його застосування [1].

Інкубатори для застосування в присадибних господарствах типу ІБМ-30 та ін. взагалі мають недосконале обладнання контролю за параметрами технологічного процесу й керування ними [2].

Мета роботи. З урахуванням зростаючих за останні 10 років потреб в суттєвому збільшенні обсягів виробництва продукції птахівництва (яєць у птахівницьких підприємствах більш ніж у тричі, м'яса бройлерів більш ніж у 30 разів) перед авторами поставлені завдання:

розробити й виготовити макет інкубатора із системою автоматичного керування параметрами його мікроклімату для впровадження на підприємствах малої та середньої потужності з інкубації яєць;

запропонувати просту й надійну конструкцію інкубатора, придатну для застосовування в присадибних й малих фермерських господарствах для забезпечення їх потреб;

розрахувати та підібрати основні компоненти макета інкубатора вітчизняного виробництва.

Методика досліджень. Сконструйований і виготовлений діючий макет інкубатора має систему автоматичного керування параметрами мікроклімату на основі програмованого цифрового приладу «ТРЦ 02 Універсал⁺» [3]. Розроблені автоматична система керування та програмне забезпечення дають можливість оперативного локального та дистанційного керування технологічним процесом інкубації яєць, забезпечуючи його оптимальні умови.

На рисунку 1 зображено макет інкубатора з основними елементами:

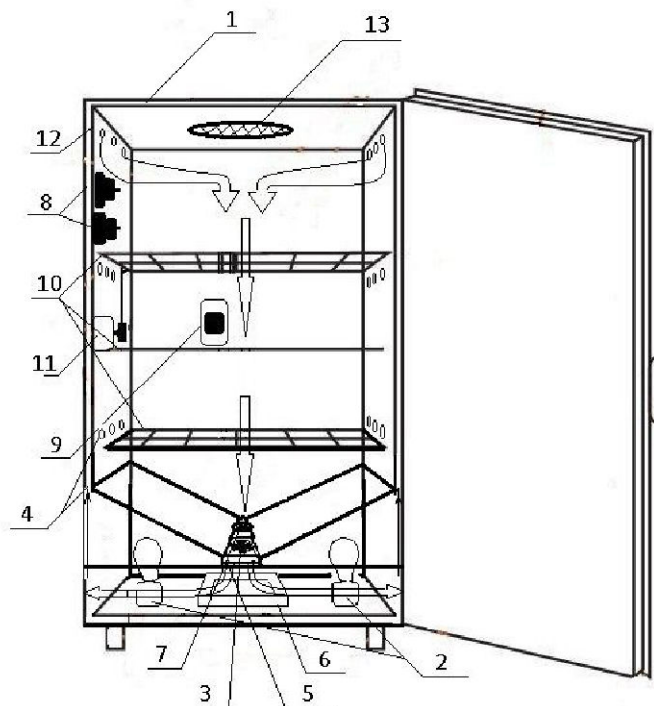


Рисунок 1. Конструкція макета інкубатора

1 – корпус макета, виготовлений з теплоізоляційного матеріалу, що забезпечує мінімальні втрати тепла;

2 – лампи розжарювання працюють при зниженому струмові як джерела тепла (підігрівають повітря в об'ємі);

3 – двошвидкісний вентилятор створює безперервну циркуляцію повітря;

4 – повітряний канал у корпусі, бокова стінка 12 якого має отвори; запропоноване інженерне рішення забезпечує оптимальний повітрообмін у технологічному об'ємі

інкубатора та створює оптимальні умови рівномірного обігріву інкубаційних яєць;

5 – ультрафіолетові світлодіоди знезаражують атмосферу, сприятливу для розмноження шкідливих бактерій;

6, 7 – ванна з водою та генератор туману, призначені для контрольованого та керованого зволоження атмосфери інкубатора;

8 – вимірювальні перетворювачі температури, що контролюють її значення у двох зонах;

9 – вимірювальний перетворювач вологості, який контролює вологість повітря в технологічному об'ємі;

10 – лотки для закладання інкубаційних яєць;

11 – пристрій для автоматичного перевертання яєць;

13 – регульований отвір у стелі інкубатора, призначений для витоку повітря, збагаченого вуглекислим газом.

Структурну схему системи для автоматичного вимірювання, локального та дистанційного керування температурою, вологістю повітря й механізмом перевертання яєць наведено на рисунку 2.

На вхід першого двоканального приладу «ТРЦ 02 Універсал⁺» подаються електричні сигнали ε_1 та ε_2 від термопар, що вимірюють температуру в нижній і верхній зонах об'єму інкубатора та перетворюються за допомогою аналого-цифрового перетворювача в цифрову форму.

Сигнали, значення яких зображуються на цифровому індикаторі, обробляються мікроконтролером приладу, порівнюються з величиною сигналів задавачів та керують вихідними оптосимісторами двох каналів приладу. Режим неперервного керування температурою здійснюється за допомогою нагрівача повітря у вигляді чотирьох електричних ламп розжарювання, що включені двома паралельними розгалуженнями, в кожному з яких дві лампи включені послідовно.

Другий прилад «ТРЦ 02 Універсал⁺» керує вологістю атмосфери. Для безпосереднього вимірювання вологості повітря обраний вимірювальний перетворювач вологості ДВ-2, із чутливим елементом НІН 4000 фірми «Hontywell», принцип дії котрого ґрунтується на зміні відносної діелектричної проникності термореактивного полімеру, що заповнює простір між двома платиновими обкладинками ємнісної структури. Електричний сигнал ε_3 від вимірювального перетворювача вологості обробляється приладом аналогічно. Як виконавчий механізм, що під'єднаний до виходу приладу «ТРЦ 02 Універсал⁺» та підтримує задану вологість повітря інкубатора, використаний ультразвуковий генератор туману.

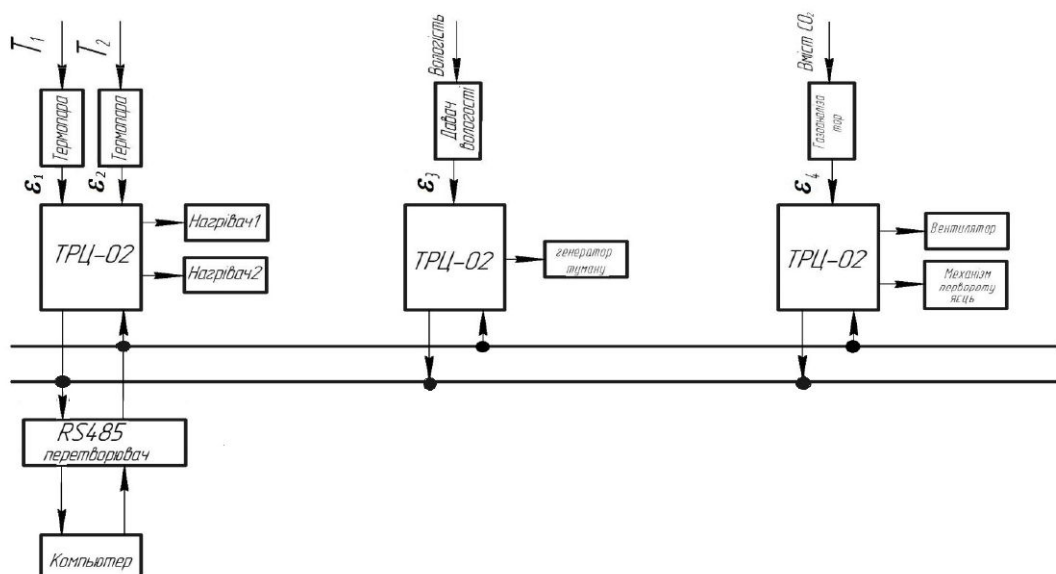


Рисунок 2. Структурна схема системи для автоматичного вимірювання, локального та дистанційного автоматичного керування параметрами мікроклімату і механізму перевертання яєць інкубатора

Третій прилад «ТРЦ 02 Універсал⁺» керує повітрообміном та механізмом періодичного перевертання яєць. Електричний сигнал ε_4 від газоаналізатора, що вимірює вміст вуглекислого газу, також обробляється приладом, який керує роботою двошвидкісного вентилятора для підтримки заданого вмісту вуглекислого газу в об'ємі інкубатора. При збільшенні концентрації вуглекислого газу «ТРЦ 02 Універсал⁺» включає підвищену швидкість обертання вала вентилятора, що призводить до прискореного виводу вуглекислого газу з інкубаційного об'єму та забезпечує збагачення повітря об'єму інкубатора киснем. Для керування електроприводом механізму перевертання яєць прилад програмується для роботи в режимі таймера з періодом 6 годин.

Підключений до мережі персональний комп'ютер (див. рисунок 2) за допомогою перетворювача інтерфейсу RS-485 на основі розробленого програмного забезпечення дозволяє представляти вимірювані значення температури та вологості в цифровій і графічній формах, а також локально та дистанційно керувати технологічними процесами, пов'язаними з інкубацією яєць за допомогою системи GPRS.

Розрахуємо повітрообмін в об'ємі інкубатора для вибору вентилятора та електродвигуна.

Основним параметром, який суттєво впливає на розвиток ембріонів в інкубаторі, є кількість вуглекислого газу, що виділяється в його об'ємі. При перевищенні допустимого значення концентрації вуглекислого газу в об'ємі інкубатора процеси розвитку ембріонів завмирають. Величина повітрообміну за вуглекислим газом в об'ємі інкубатора L_{co2} , м³/год, визначається співвідношенням [2]

$$L_{co2} = \frac{G_{co2}}{K_{yx} - K_{ex}},$$

де G_{co2} – кількість вуглекислого газу, що виділяється в об'ємі інкубатора, л/год;

K_{yx} – концентрація вуглекислого газу в повітрі, який видаляється з інкубатора, л/м³;

K_{ex} – концентрація вуглекислого газу в повітрі, що подається в інкубатор, л/м³.

З урахуванням технічних вимог до інкубаторів [4] та рекомендацій і результатів досліджень Інституту птахівництва УААН значення кратності повітрообміну інкубатора залежить від виду птиці, терміну розвитку ембріонів і перебуває в межах від 2 до 20 (при цьому максимальне значення кратності повітрообміну дорівнює 24).

Об'єм інкубаційної камери виготовленого авторами макета інкубатора становить 1м³ і тому, беручи до уваги те, що вентилятор 3/4 своєї продуктивності витрачає на переміщення повітря всередині інкубаційного об'єму, потрібно, з урахуванням коефіцієнта запасу, обрати вентилятор, витрати повітря якого не менші ніж 90 м³/год.

З врахуванням посиленого виділення ембріонами вуглекислого газу на останній стадії інкубації для забезпечення розрахункового повітрообміну цілком підходить двошвидкісний вентилятор ВЕНТС 150 МА 01, максимальна витрата повітря котрого дорівнює 110 м³/год.

Згідно з даними роботи [5], потужність електродвигуна (кВт) вентилятора при нехтуванні зміни густини повітря визначається співвідношенням

$$P = k_z \cdot \frac{3,6 \cdot p \cdot L}{\eta_{zag}},$$

де p – тиск повітря, що створюється вентилятором, Па;

L – витрати повітря, м³/год.

Загальний ККД вентиляторної установки дорівнює:

$$\eta_{zag} = \eta_e \cdot \eta_n \cdot \eta_{nep},$$

де η_a – ККД вентилятора;

η_i – ККД привода;

$\eta_{i\partial\partial}$ – ККД передачі.

Коефіцієнт запасу k_z приймемо таким, що дорівнює 1,1.

Розрахунок дає значення величини потужності електродвигуна, що становить 7 Вт. Двигун постійного струму потужністю 7,6 Вт, розрахований на безпечну напругу живлення 12 В ступеня захисту IP 24, яким укомплектований вентилятор, придатний для приведення в рух обраного вентилятора.

Висновки. Сконструйований та виготовлений інкубатор, обладнаний системою автоматичного керування параметрами мікроклімату на основі вітчизняного цифрового приладу «ТРЦ 02 Універсал⁺», може бути рекомендований для впровадження у виробництво й застосовування в присадибних, малих фермерських господарствах, на підприємствах малої та середньої потужності для забезпечення їх потреб в інкубації яєць.

Виконано розрахунок однієї з основних систем технологічного процесу інкубації яєць – системи збагачення киснем технологічного об'єму.

У результаті проведених досліджень запропонована проста та надійна конструкція інкубатора, придатна для застосовування у фермерських господарствах малої та середньої продуктивності.

Підключення персонального комп'ютера за допомогою перетворювача інтерфейсу RS-485 до мережі приладів «ТРЦ 02 Універсал⁺» на основі розробленого програмного забезпечення дозволяє представляти вимірювані значення температури, вологості й вмісту вуглекислого газу в цифровій і графічній формах, а також локально та дистанційно керувати технологічними процесами інкубації яєць домашньої птиці.

Розроблена система «інтелектуального» керування дозволяє забезпечувати та підтримувати оптимальні параметри мікроклімату в інкубаторі.

Література

1. *Технологія виробництва продукції птахівництва: підручник для студентів вищих навчальних закладів/ Бородай В.П., Сахачький М.І., Вертійчук А.І. та ін. – Вінниця: Нова книга, 2006. – 360 с.*
2. *Зоогигиена с основами проектирования животноводческих объектов: учебное пособие – СПб.: Лань, 2006. – 224 с.*
3. *Бориц ВВ., Бориц О.Б., Лопатка А.М. Модернізована система автоматичного керування мікрокліматом інкубатора. Тези 67-ї наукової конференції професорів, викладачів, аспірантів та студентів університету. Том 1. (Полтава, 2 квітня – 22 травня 2015 р.) – Полтава: ПолтНТУ, 2015. – С. 23 – 25.*
4. *ГОСТ 21056 – 75. Инкубаторы. Технические требования.*
5. *Справочник по автоматизированному электроприводу/ Под ред. В.А. Елисеева и А.В. Шинянского. – М.: Энергоиздат, 1983. – 616 с.*