

**ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ MATLAB
Simulink СИСТЕМИ МІКРОКЛІМАТУ В ПТАШНИКАХ
У ЗИМОВИЙ ПЕРІОД РОКУ**

В. І. Троханяк, асистент

В. О. Мірошник, кандидат технічних наук

Б. В. Куляк, аспірант

e-mail: v1kt0r_t@ukr.net

Анотація. *Вдосконалено енергоефективну систему мікроклімату у птахівничих приміщеннях з використанням низькопотенціальної енергії води підземних свердловин і теплообмінників-рекуператорів нової конструкції. Розроблено імітаційну модель тепло- масообміну в пташниках у зимовий період року, визначено постійну часу нагрівання.*

Ключові слова: *імітаційна модель, вентиляція, зимовий період, вологісний режим, теплообмін*

Тваринницька ферма за інформаційною ємністю об'єкту відноситься до середніх типових об'єктів управління (ТОУ). Серед параметрів регулювання в ньому найважливішими є температура в приміщенні і кількість шкідливих речовин і вологи у повітрі. Кількість шкідливих речовин у повітрі визначається об'ємом повітря, який поступає в приміщення і кількості тварин у ньому. Температура в приміщенні визначається втратами тепла в навколишнє середовище і затратами на підігрівання повітря до температури приміщення. Слід зауважити, що в результаті життєдіяльності тварин виділяється теплота, яку слід враховувати для побудови моделі теплообміну в приміщенні ферми, і волога, яку слід враховувати при обчисленні витрат повітря на загальнообмінну вентиляцію, направлену на видалення вологи і вуглекислого газу з приміщення.

Мета досліджень – розробка імітаційної моделі тепло- масообміну, системи вентиляції та обігрівання птахівничого приміщення в зимовий період року за допомогою теплообмінних апаратів.

Матеріали та методика досліджень. Підтримання санітарно-гігієнічних норм повітряного середовища в птахівничих приміщеннях неможливе без опалювально-вентиляційної системи. При створенні математичної моделі вентиляції на фермі складається матеріальний баланс шкідливих речовин у приміщенні ферми. Важливим чинником цього є витрата повітря, яке поступає в приміщення ферми для вентиляції. Цей параметр використовується не тільки за каналом регулювання температури, а й за каналом регулювання чистоти повітря в приміщенні. І тут він є параметром керування. Витрата повітря розраховуються залежно від багатьох шкідливих факторів, які поступають у повітря: вологи, вуглекислого газу, аміаку тощо, але для регулювання вибирають той чинник, який дає найбільше значення повітрообміну. За традиційними методиками розрахунку в зимовий період року найбільший необхідний повітрообмін є за вологістю, що і приймалось за основу.

Баланс вологовиділень у пташнику:

$$W_{nm} + W_{sun} + W_{noc} - W = 0, \quad (1)$$

де W – сумарні вологовиділення в пташнику, г/с; W_{nm} – волога, що виділяється птицями, г/с; W_{sun} – волога, що випаровується з мокрих поверхонь приміщення (підлога, поїлка), г/с; W_{noc} – маса вологи, яка виділяється з посліду, г/с.

У динамічному режимі, коли буде змінюватися вологовміст у приміщенні d_{p0} залежно від збурень, наприклад, зовнішнього чинника – вологовмісту навколишнього середовища d_z , у приміщенні буде змінюватися кількість вологовиділень W_p , і рівняння (1) перетвориться в рівняння динаміки процесу:

$$W_p = W_{nm} + W_{sun} + W_{noc} - W. \quad (2)$$

У статичному режимі кількість тепла, яке поступає в приміщення з тваринами Q_t і додатковим нагріванням Q_{TAI} , дорівнює кількості тепла, що

втрачається на нагрівання вентиляційного повітря Q_v і втратам тепла в навколишнє середовище Q_w , а також враховується часткове нагрівання припливного повітря в зимку Q_{TA} . Додаткове нагрівання Q_{TA1} у моделі виражається апроксимаційною функцією (4). Витрата води $G_{води}$ для теплообмінників [1, 2] використовується у моделі та виражена апроксимаційною функцією (5) зимового періоду року.

Математична модель теплообміну в приміщенні птахоферми взимку має вигляд:

$$Q_{TA1} + Q_t - Q_v - Q_w + Q_{TA} = 0 . \quad (3)$$

Розрахунок системи опалення в зимовий період при температурі $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ показав, що необхідно близько 395 кВт теплової енергії для обігрівання приміщення пташника [3]. В останні роки (з 2012 до 2015 рр) зими стали значно теплішими і середні покази температур [4] становлять $-6,5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Тому на опалення пташника необхідно 210 кВт теплової енергії (рис. 1).

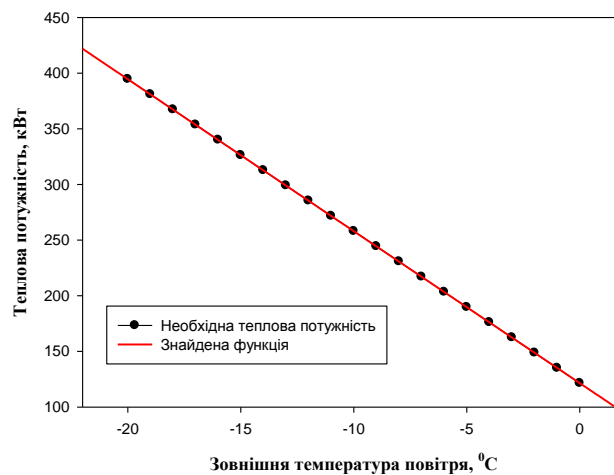


Рис. 1. Залежність теплової потужності системи опалення у зимовий період року від зовнішньої температури повітря

Знайдено апроксимаційну функцію (4), яка описує необхідну теплову потужність системи опалення в зимовий період року пташника залежно від температури зовнішнього повітря (див. рис. 1):

$$f(x) = 121,468 - 13,656 \cdot x \quad (4)$$

де $x = 23, 24 \dots 40$ – температура зовнішнього повітря, $^{\circ}\text{C}$.

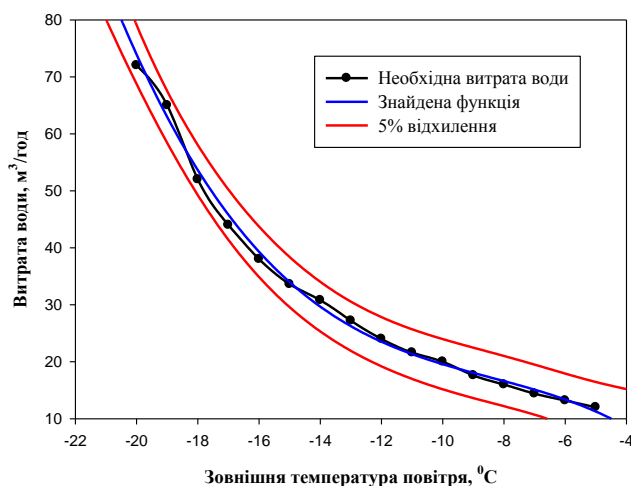


Рис. 2. Витрата води, яка необхідна для нагрівання припливного повітря в пташнику у зимовий період року залежно від зовнішньої температури повітря

Знайдено апроксимаційну функцію (5), яка описує необхідну витрату води для нагрівання припливного повітря в зимовий період року залежно від температури зовнішнього повітря (див. рис. 2) з похибкою апроксимації 5 %:

$$f(x) = -10,3901 - 6,96454 \cdot x - 0,656146 \cdot x^2 - 0,0259361 \cdot x^3 \quad (5)$$

де $x = -5, -6 \dots -20$ – температура зовнішнього повітря, $^{\circ}\text{C}$.

Результати досліджень. Розроблено математичну модель підтримання вологісного режиму в пташниках у зимовий період року за допомогою системи MATLAB Simulink.

Дослідження за моделлю показали, що постійна часу нагрівання ТОВУ складе $T = 344,8$ с (рис. 3). Продуктивність системи вентиляції дорівнює $8,8$ м³/с, а витрата тепла на нагрівання вентиляційного повітря дорівнюють $383,5$

кВт. Загальна витрата тепла, яка потрібна для нагрівання приміщення з -20 до $+17$ °С (рис. 1) дорівнює 395 кВт. Реально система стабілізується за період 4500 – 5000 секунд. При зниженні зовнішньої температури повітря на 5 градусів з -20 до -25 °С необхідно збільшити витрату з 395 кВт до 463 кВт теплової енергії.

При зміні вологовмісту зовнішнього повітря з 0,9 г/кг до 2 г/кг потрібно збільшити витрату повітря з $8,8$ м³/с до $9,2$ м³/с. Моделювання показало, що відносна вологість в приміщенні становить 70 % (рис. 4).

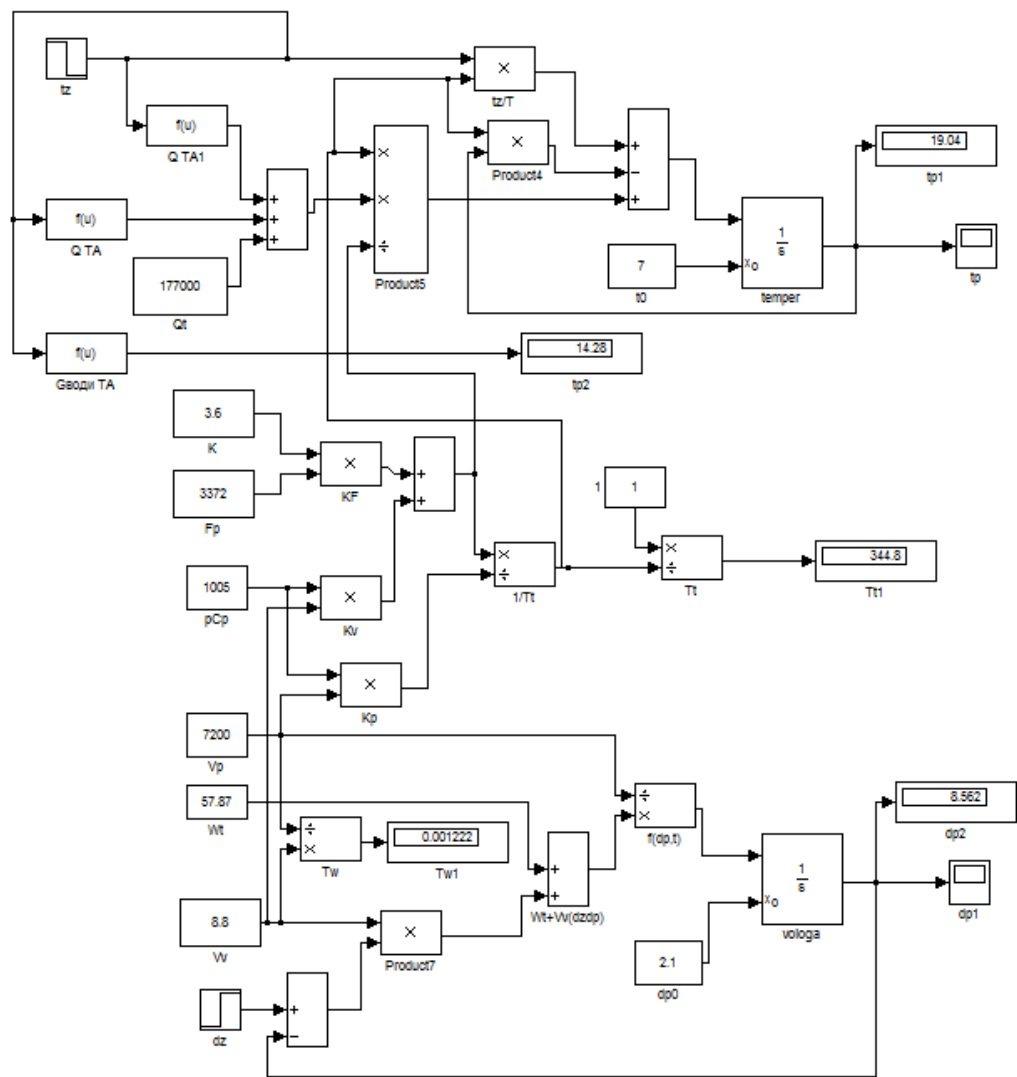


Рис. 3. Схема імітаційної моделі теплообміну і вентиляції ТОВ «пташника» в зимовий період року в блоках Simulink MATLAB

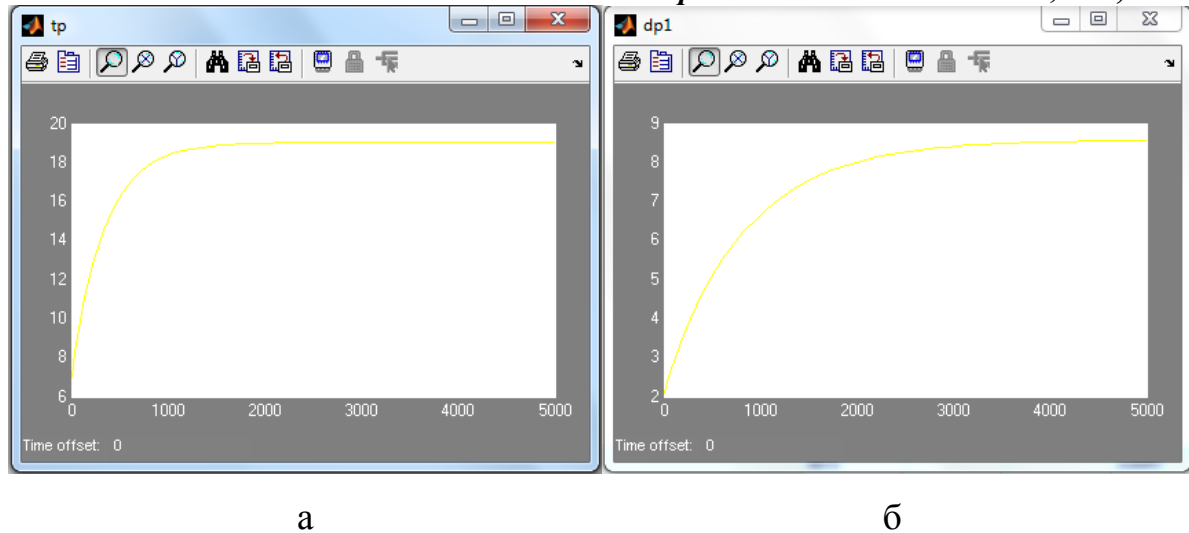


Рис. 4. Розгінна крива зміни температури (а) і вологовмісту (б) в приміщенні пташника в зимовий період року, яка отримана за даними моделі MATLAB Simulink

Висновки

Проведене імітаційне математичне моделювання системи мікроклімату в пташниках в зимовий період року за допомогою системи MATLAB Simulink. Визначено, що необхідний повітрообмін та опалення системи в зимовий час стабілізується за період від 2000 до 5000 с. Відносна вологість при цьому становить 60 %.

Список літератури

1. Горобець В. Г. Чисельне моделювання процесів переносу при поперечному обтіканні компактних пучків труб у кожухотрубних теплообмінниках / В. Г. Горобець, В. І. Троханяк. // Науковий вісник НУБіП України. Серія "Техніка та енергетика АПК". – 2015. – Вип. 209, ч.1. – С. 42–49.

2. Пат. 111751 Україна, МПК (2006.01) F28D 7/16. Теплообмінний апарат / Горобець В. Г., Троханяк В. І., Богдан Ю. О.; заявник і власник Горобець В. Г., Троханяк В. І., Богдан Ю. О. – № а201404152; заявл. 17.04.2014; опубліковано 10.06.2016, Бюл. №11/2016.

3. Горобец В. Г. Компьютерное математическое моделирование процессов тепло- и массопереноса при вентиляции воздуха в птицеводческих помещениях / В. Г. Горобец, В. И. Троханяк. // Вестник ВИЭСХ. – 2015. – №4. (20). – С. 85 – 90.

4. <http://www.pogodaiklimat.ru>.

**ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ С ПОМОЩЬЮ MATLAB
Simulink СИСТЕМЫ МИКРОКЛИМАТА В ПТИЧНИКЕ
В ЗИМНИЙ ПЕРИОД ГОДА**

В. И. Троханяк, В. А. Мирошник, Б. В. Куляк

Аннотация. *Усовершенствована энергоэффективная система микроклимата в птицеводческих помещениях, использующая низкопотенциальную энергию воды подземных скважин и теплообменники-рекуператоры новой конструкции. Разработана имитационная модель тепло-массообмена в птичниках в зимний период года, определена постоянная времени нагрева.*

Ключевые слова: *имитационная модель, вентиляция, зимний период, влажностный режим, теплообмен*

**SIMULATION USING MATLAB Simulink MICROCLIMATE SYSTEM
IN POULTRY HOUSES IN WINTER SEASON**

V. Trokhanyak, V. Miroshnyk, B. Kuliak

Annotation. *Improved energy efficient system microclimate in poultry indoors using low-grade energy underground water wells with the use of heat-energy recovery of new construction. Developed simulation model of mass transfer heat in poultry houses during the winter season, found the constant heating time.*

Keywords: *simulation model, ventilation, winter, humidity conditions, heat transfer*