

## Резултати от изследване разпределението на топлинните потоци в птицевъдна сграда с естествена вентилация

Явор Нейков, Борис Евстатиев

*Results from research on specific heat transfer in poultry farm with aeration: The research was carried out in a poultry farm nearby town of Rousse, Bulgaria.*

*It has been observed by computer-based monitoring system how the heat balance has been influenced by the ongoing technological process and ventilation conditions. It has been calculated and compared the heat property of four temperature zones in altitude of the internal space volume at steady energy transfer level.*

*It has been given an explanation of the results according the best utilization of heat fluxes and their influence on efficient aeration management.*

**Key words:** *specific heat transfer, computer-based model, ventilation and aeration, heat balance, poultry farm*

### ВЪВЕДЕНИЕ

Отглеждането на птиците изисква не само спазване на зададен хранителен режим, но и поддържане на определени стойности на климата в птицевъдната сграда. Известно е [1], че енергийните характеристики на климата в сградата се определят от енергийното състояние на въздуха в нея посредством климатичните фактори: температура, относителна влажност, скорост и организация на преминаващия въздух.

В редица случаи климатизацията и вентилацията на птицевъдната сграда се поддържат чрез използване на автоматизирани системи по зададени допустими граници на измерваните параметри на влажния въздух. Запазването на условията на средата, близки до зададените оптимални стойности на климатичните параметри, гарантира устойчиво телесно развитие и яйценосливост на птиците.

При съществуващите сгради с естествена вентилация използваните мониторингови системи следят състоянието на параметрите на въздуха в и около сградата и управляват работата на вентилационните жалузи. Така, на базата на отклонение от определен параметър (температура и/или влажност), се подават управляващи сигнали за промяна степента на отваряне на вентилационните клапи.

Целта на изследването е да се проучи разпределението на топлинните потоци и енергийни характеристики на птицевъдна сграда с естествена вентилация през пролетен период.

### ОБЕКТ И МЕТОДИКА

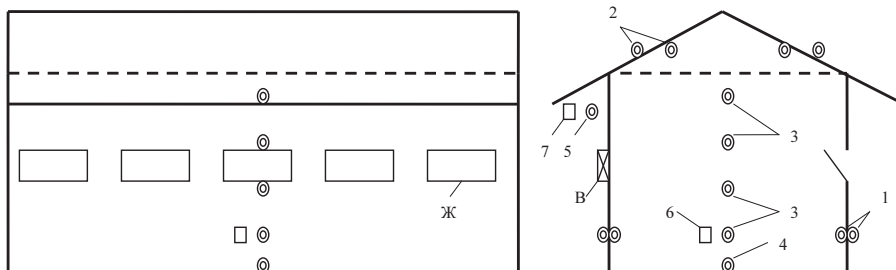
Обект на изследването е птицевъдна сграда с две крила, представляващи помещения с правоъгълна форма. Всяко помещение е с дължина 50 m, ширина 12 m, височина 3 m, а стените му са с дебелина 0,20 m. Помещението е предназначено за подово отглеждане на 10000 бр. бройлери. По-тесните му страни са с изложение на изток и запад, а по-дългите му страни - с южно и северно изложение. Сградата е монолитно строителство. Подът е циментов и върху него се разстила постеля от слама. Покривната конструкция е островърха и изградена от гофрирана ламарина. По южната (дълга) страна на сградата са разположени входящи вентилационни отвори, покрити с метални клапи, а на отсрещната страна - изсмукващи вентилатори, които остават неактивни по време на изследването. Сградата се намира в кв. Средна кула край гр. Русе.

Проучването е проведено през пролетния период на годината, когато условията на околната среда са оптимални по отношение на технологичните температурно-влажностни граници за отглеждане на бройлери. Това минимизира периодите с използване на допълнителни климатизиращи източници. В

изследването е представен времеви интервал от едно денонощие в сезон пролет, през който не се включва изкуствено климатизиране на помещението.

За установяване на температурно-влажностните характеристики са подбрани преобразуватели на температура и на относителна влажност. С оглед постигане на по-голяма информативност за количеството на топлинните потоци, преминали през огражденията, споменатите преобразуватели са разположени в обема на помещението, по вътрешните и външните му стени, върху и под покривната конструкция и на пода.

На фиг.1. е показан надлъжен и напречен разрез на изследваната птицевъдна сграда с разположението на използваните преобразуватели.



фиг. 1. Надлъжен и напречен разрези на изследваната птицевъдна сграда

Температурни преобразуватели: 1 - за повърхностна температура на стените; 2 - за повърхностна температура на покривната конструкция; 3 – във вътрешния обем на помещението; 4 – на пода; 5 – на външна температура; Преобразуватели за относителна влажност: 6 – във вътрешния обем, 7 – в околната среда; В – вентилатори, Ж – жалузи.

От фиг.1. може да се констатира, че дължината на помещението е значително по-голяма спрямо ширината му. Това дава основание да се приеме, че температурното поле в хоризонтална посока е разпределено относително равномерно. Така обемът на помещението се разглежда като съставен от няколко хоризонтални температурни зони (слоеве), по дължината на които може да се приеме, че температурният градиент е пренебрежимо малък. От това следва, че е достатъчно да се използва по един датчик за всеки слой. Датчиците са поставени на разстояние 1 m от пода и един спрямо друг. Така се образуват 4 зони: зона „птици“, зони 3...1.

Западната стена на помещението е вътрешна, а източната стена е външната на сградата. Тази стена заема относително малка площ спрямо общата конструктивна повърхност на сградата. От това може да се допусне, че влиянието на източната и западната стени върху топлинния баланс е несъществено. Затова не се налага поставяне на температурни преобразуватели върху тези тесни страни на сградата.

Изследването е проведено при наличие на птици в сградата. С това се цели да се установи съвместното влияние на конструктивните ограждения на помещението и протичащия технологичен процес върху нейните енергийни характеристики.

Като температурни датчици са избрани 9-битови цифрови преобразуватели от типа DS18S20. Известно е [2] че, датчиците DS18S20 имат следните характерни предимства: бързодействие, сравнително добра точност  $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ , надеждност и достъпна цена. Преобразувателите за относителна влажност са от типа DOL14 [3].

Те са по-скъпи, от тези за температура и стареят по-бързо, но за определен температурен диапазон, притежават достатъчна точност ( $\pm 2\%$  RH) и надеждност.

Описаната система от преобразуватели е свързана към персонален компютър. С помощта на програмна среда Ttop, базирана на мрежови протокол  $\mu$ LAN [4], периодично се отчитат и записват необходимите за провеждането на изследването температурни и влажностни параметри. Същите се използват за получаване и оценяване на топлинния баланс и разпределението на топлинните потоци в обема и подпокривното пространство на сградата.

За пресмятане на топлинния баланс се използва уравнението [5]:

$$q_a + q_{in} + q_{inf} - q_{out} \pm q_1 \pm q_2 - q_3 = c.m. \frac{dT}{dt}, \quad (1)$$

където  $q_a$  е топлинният поток, постъпващ от птиците,  $W$ ;

$q_{in}$  - входящият топлинен поток през оразмерени отвори (жалузи),  $W$ ;

$q_{inf}$  - топлинният поток през неоразмерени отвори (инфилтрация),  $W$ ;

$q_{out}$  - изходящият топлинен поток през оразмерени отвори (клапи),  $W$ ;

$q_1$  - топлинният поток през стените,  $W$ ;

$q_2$  - топлинният поток през покрива,  $W$ ;

$q_3$  - топлинният поток през пода,  $W$ ;

$c$  - специфичният топлинен капацитет на въздух,  $kJ.kg^{-1}.K^{-1}$ ;

$m$  - масата на въздуха в помещението,  $kg$ ;

$T$  - вътрешната температура на въздуха в помещението,  $K$ ;

$t$  - астрономичното време,  $s$ .

При така зададените условия може да се приеме, че липсва инфилтрация през неоразмерени отвори или  $q_{inf} = 0$ . В установен режим  $\frac{dT}{dt} = 0$ . Тогава балансът на потоците на база на (1) добива вида:

$$q_a + q_{in} - q_{out} \pm q_1 \pm q_2 - q_3 = 0, \quad (2)$$

Всяко нарушаване на този баланс, поражда условие за регулиращо въздействие, което да минимизира полученото отклонение. Това минимизиране трябва да запази състоянието на климатичните фактори в оптималните за процеса стойности, с възможно най-рационално използване на потенциала на околния въздух и организация на въздухообмена.

Като се отчитат балансовите уравнения на топлинните потоци и влагата за изчисляване на количеството енергия, необходимо за поддържане на зададени температурно-влажностни режими при определени параметри на околната среда, се използва:

$$\frac{dQ}{dt} = \frac{1}{c} \cdot (1 + 1,84 \cdot X) \cdot (q_a + q_{in} - q_{out} \pm q_1 \pm q_2 - q_3) + (2500 + 1,84T) \cdot \frac{1}{\rho \cdot V} \cdot (D_{in} + 1,1 \cdot D_a - D_{out}) \quad (3)$$

където  $Q$  е количеството топлинна енергия,  $J$ ;

$X$  - влагосъдържанието на въздуха в помещението,  $kg.kg_{dry\ air}^{-1}$ ;

$D_{in}$  - количеството влага, внесено от вентилацията,  $kg.s^{-1}$ ;

$D_{out}$  - количеството влага, изнесено от вентилацията,  $kg.s^{-1}$ ;

$D_a$  - количеството влага, отделено от птиците,  $kg.s^{-1}$ .

Нарушаването на баланса (2) води до промяна на баланса, установен по (3), т.е.  $\frac{dQ}{dt} \neq 0$ . Това се отразява в изменение на вътрешна температура или влагосъдържание. Получилото се изменение (ако нарушава допустимите граници на параметрите) налага регулиране на вентилационния режим до оптимизиране на процеса по зададените технологични параметри.

За определяне на количеството топлина, трансферирано в слой въздух от помещението спрямо условията на околната среда, които се приемат за начални, е използвана формулата [6]:

$$Q_i = c_p \cdot m_i \cdot (T_i - T_0) = c_p \cdot \rho \cdot V_i \cdot (T_i - T_0), \quad (4)$$

където  $c_p$  е специфичният топлинен капацитет на въздух  $\approx 1,005 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ ;

$m_i$  – масата на въздуха в  $i$  – тата зона,  $\text{kg}$ ;

$V_i$  – обемът на въздуха в  $i$  – тата зона,  $\text{m}^3$ ;

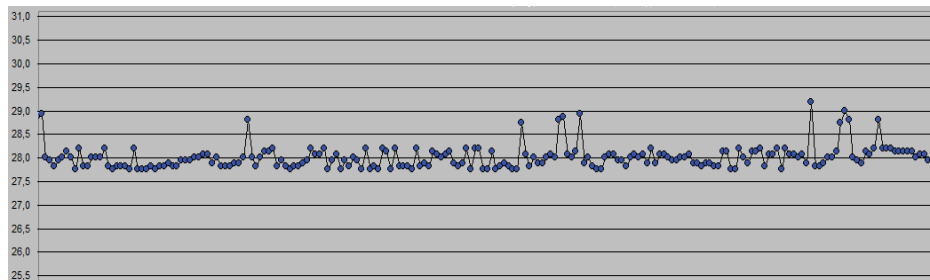
$\rho$  – плътността на въздуха  $\approx 1,16 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ ;

$T_i$  – температурата на въздуха в  $i$  – тата зона,  $\text{K}$ .

## РЕЗУЛТАТИ

Опитно е установено, че температурният градиент във вертикална посока между отделните температурни зони е по-голям от този в хоризонтална посока. Затова интерес представлява изследването на топлинния баланс да се проведе по посока на този температурен градиент – от пода към покрива.

На фиг. 2 са показани резултатите от направените измервания на температурата в зоната на отглеждане на птиците под влияние на външните условия в рамките на едно денонощие. Така се установява въздействието на сградната конструкция, вентилационния режим и заложените технологични условия на производствения процес върху вътрешния микроклимат.



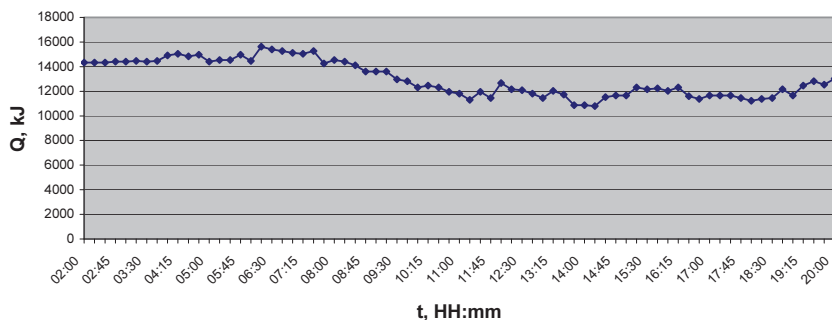
фиг.2. Резултати от направени измервания на температурата в °C в зоната на отглеждане на птиците при естествена вентилация за денонощие

От фиг.2. се установява, че благодарение на сградната конструкция и организацията на вентилационния режим при заложения производствен цикъл, в помещението се поддържа относително постоянна температура в границите (27,8...28,2)°C. Наблюдаваните няколко краткотрайни отклонения (в рамките на 0,8°C) от спомената граница се дължат на случайни външни въздействия – разместване (скупчване) на птици под датчика, грешки на уреда и др. Влиянието на тези въздействия е в кратък интервал и е несъществено върху топлинния баланс и комфорта на птиците.

От фиг.2. може да се констатира, че сградата е правилно ориентирана в географско положение, а вентилационния режим дава възможност за поддържане на относително постоянна температура във вътрешността ѝ.

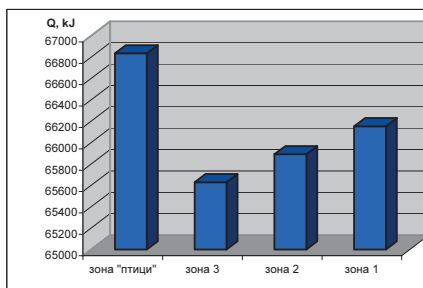
По данните от фиг.2. и резултатите, получени от разположените в различните участъци датчици, е направено пресмятане на топлинната енергия в зоната на отглеждане на птиците.

На фиг.3. е представено установеното изменение на необходимата топлинна енергия  $Q$ , която трябва да се внесе в зоната на отглеждане на птиците, за да се гарантира постоянството на зададената температура. Енергията е изчислена по (4) според обема на въздушния слой в зоната на отглеждане на птиците.

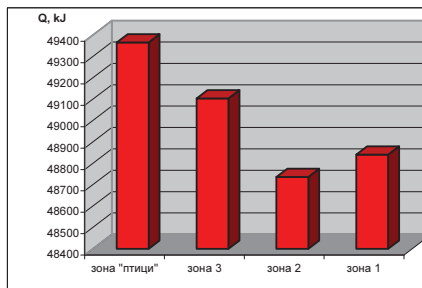


фиг.3. Резултати от пресмятанятия на топлинната енергия в зоната на отглеждане на птиците

Количествените стойности на топлинната енергия в отделните температурни зони по вертикалата на птицевъдното помещение са пресметнати в рамките на 90 минутен времеви интервал. Резултатите от тези пресмятания са показани на фиг.4.



а)



б)

фиг.4. Количествени характеристики на топлинната енергия от пода (зона „птици“) към покрива (зона 1) на птицевъдното помещение: а) – през най-студената част от денонощието; б) – през най-топлата част от денонощието

Анализът на разпределението на получените количествени характеристики на топлинната енергия през най-студената част от денонощието показва, че най-голяма концентрация и запас на енергия има в зоната на птиците, т.е. за изследваната сграда температурно-влажностният потенциал е най-голям в приземната ѝ част. Същото се наблюдава и през най-топлата част от денонощието, но с обратен

градиент за останалите зони. Това се дължи на факта, че в двете крайни зони (зони „птици” и зона 1) концентрацията на топлина и влага е най-голяма, като през най-топлия интервал затоплящ ефект оказва и самия покрив.

От изложеното следва, че за описаната сграда, въздухът в подпокривното пространство може да се използва като топлинен буфер или за затопляне на входящия в помещението атмосферен въздух.

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Според изискванията на технологичния процес температурно-влажностният потенциал в зоната на отглеждане на птиците трябва да се поддържа в точно определени граници за даден период от развитието им. Изследването на енергийните потенциали на зоните в птицевъдните сгради спомага да се насочат топлотехниците към подобряване на конструктивните особености на сградата и организацията на вентилационния ѝ режим с цел съкращаване на енергийните разходи.

Получените от изследването резултати показват, че с използване на подходящи електронни системи за следене и оценка на енергийните потенциали на въздуха може да се даде отговор на въпроса къде, кога и колко допълнителна топлинна енергия следва да се внесе в птицевъдната сграда, така че да се спазят необходимите изисквания на технологичния процес на отглеждане на птиците с максимално оползотворяване на наличните енергийни ресурси на околната среда.

### **ЛИТЕРАТУРА**

[1] [www.poultryhub.org/production/husbandry-management/housing-environment/climate-in-poultry-houses/](http://www.poultryhub.org/production/husbandry-management/housing-environment/climate-in-poultry-houses/)

[2] [www.datasheets.maximintegrated.com/en/ds/DS18S20.pdf](http://www.datasheets.maximintegrated.com/en/ds/DS18S20.pdf)

[3] [www.dol-sensors.com/EN/Sensors/Climatic/Pages/DOL-14HQ.aspx](http://www.dol-sensors.com/EN/Sensors/Climatic/Pages/DOL-14HQ.aspx)

[4] Burlak, E., D. Arad. µLAN: local network between hardware devices, Electrical and Electronic Engineers in Israel, 2000. The 21st IEEE Convention of the Electrical and Electronic Engineers in Israel, Tel-Aviv, Proceedings, ISBN: 0-7803-5842-2, p.499-502

[5] Howell, J., R. Buckius, Fundamentals of Engineering Thermodynamics, McGraw-Hill, 1992, ISBN: 0-07-112643-0.

[6] [www.customthermoelectric.com/heatequations.html](http://www.customthermoelectric.com/heatequations.html)

### **За контакти**

1. Гл. ас. инж. Явор Бранимиров Нейков, катедра „Електроника”, Русенски университет „Ангел Кънчев”, ул. „Студентска” №8, 7017, Русе, България, e-mail: [yneikov@uni-ruse.bg](mailto:yneikov@uni-ruse.bg)

2. Гл. ас. д-р инж. Борис Иванов Евстатиев, катедра „Теоретична и измервателна електротехника”, Русенски университет „Ангел Кънчев”, ул. „Студентска” №8, 7017, Русе, България, e-mail: [bevstatiev@uni-ruse.bg](mailto:bevstatiev@uni-ruse.bg)