

ДОСЛІДЖЕННЯ ОПТИМАЛЬНОГО РОЗМІЩЕННЯ ВИТЯЖНОГО ВЕНТИЛЯЦІЙНОГО ОБЛАДНАННЯ В ПТАШНИКУ ЗА ДОПОМОГОЮ ЧИСЕЛЬНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

В. І. Троханяк, кандидат технічних наук, доцент

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: trohaniak.v@gmail.com

Анотація. Утримання птиці у вологих і холодних приміщеннях з незадовільною системою вентиляції призводить до зменшення приросту ваги птиці, зниження її несучості та підвищення захворюваності молодняку, а також надмірні перевитрати кормів та перевищення строків вирощування, встановленими технічними нормами.

Метою дослідження було визначення ефективного розміщення витяжного вентиляційного обладнання по висоті торцевої стінки пташника для вдосконалення системи вентиляції, зменшення застійних повітряних зон та покращення мікроклімату.

Проведено чисельне моделювання процесів гідродинаміки, тепло- і масопереносу при вентиляції повітря в птахівничих приміщеннях. Проведений аналіз умов тепло- і масопереносу у пташнику в залежності від розміщення вентиляторів по висоті пташника та визначена ефективність розташування такого обладнання. Система підтримання мікроклімату в пташниках розглядалась при наявності системи охолодження зовнішнього повітря водою з підземних свердловин. У системі вентиляції використовувалось витяжне вентиляційне обладнання, діаметр колеса вентиляторів яких складає 1,25 м. При чисельному моделюванні вентиляторів вмонтовували на висоті 1,125, 1,5 та 1,875 м від рівня підлоги до центра осі вентиляторів. Моделювання проведено для 2D CFD моделей за допомогою програмного забезпечення ANSYS Fluent. Представлені результати CFD аналізу схеми потоку повітря і теплового стану всередині пташника. У результаті чисельних досліджень знайдено геометрію розташування вентиляційного обладнання. Показано, що вентиляційне обладнання доцільно встановлювати на висоті 1,5 м. При цьому зменшується величина застійних зон та нерівномірність розподілу швидкості повітря поблизу птиці. Чисельне моделювання проводилось з метою мінімізації розмірів застійних зон, вирівнювання потоку повітря та покращення температурних показників в приміщенні пташника.

Ключові слова: чисельне моделювання, процеси тепло- і масообміну, пташник, вентиляційне обладнання

Актуальність. Тепловий режим пташників є одним із вирішальних факторів, що визначає продуктивність галузі птахівництва. Утримання птиці у вологих і холодних приміщеннях з незадовільною системою вентиляції призводить до зменшення приросту ваги птиці на 20–30 %, зниження її несучості на 30–35 % та підвищення в 2–3 рази захворюваності молодняку, а також надмірні перевитрати кормів та перевищення строків вирощування, встановленими технічними нормами. У результаті теплообмінних процесів встановлюється тепловий режим пташника. Він формується під впливом системи вентиляції та опалення залежно від зовнішнього повітря і теплотехнічних характеристик будівельних конструкцій.

Тому розробка вдосконалених систем вентиляції, а саме оптимальне розташування витяжного вентиляційного обладнання є актуальною проблемою і потребує свого вирішення.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Існують декілька систем вентиляційного обладнання залежно від розташування вентиляційних вікон і витяжних вентиляторів [1]. Аналіз існуючих систем вентиляції показує, що найбільш енергоефективною системою вентилявання є тунельна вентиляція, яку в подальшому буде вибрано за базову при моделюванні і проведенні чисельних розрахунків процесів тепло- і масопереносу в птахівничих приміщеннях [2].

Автори у публікаціях [3-5] запропонували нову систему охолодження в пташнику з використанням теплообмінних апаратів спеціальної конструкції [6-9]. Провели CFD моделювання потоків повітря і тепло- масообміну в приміщенні пташника. У них як охолоджувач використовується вода підземних свердловин. Дано рекомендації з вибору конструкції систем вентиляції в пташниках.

У роботах [10, 11] проведено CFD моделювання потоків повітря і тепло- масообміну в приміщенні пташника, у яких використовувалась бокова система вентиляції. Автори [10, 11] вважають, що метод бокової механічної системи вентиляції є більш ефективним порівняно з іншими методами, який дає змогу зменшити тепловий стрес та підвищити продуктивність при вирощуванні птиці в літній період року. У результаті чисельного моделювання [10, 11] отримано

розподіли швидкостей, тисків і температур повітряного потоку в пташниках для бокової системи вентиляції. Результати чисельного моделювання порівнювалися з даними експериментальних досліджень, причому відмінність між ними не перевищувала 12 %.

Мета дослідження – ефективне розміщення витяжного вентиляційного обладнання по висоті торцевої стінки пташника для вдосконалення системи вентиляції, зменшення застійних повітряних зон та покращення мікроклімату.

Матеріали та методика дослідження. Робота є подальшим дослідженням з метою вдосконалення системи підтримання нормованого мікроклімату в приміщеннях пташників, що розглядається в роботі [3], де досліджується система охолодження зовнішнього повітря за допомогою теплообмінних апаратів спеціальної конструкції, в яких як охолоджуюча рідина використовується вода з підземних свердловин.

При цьому розглядається система повітряного охолодження, яка базується на використанні води з підземних свердловин та теплообмінних апаратів [6, 7]. Запропонований вище спосіб дає можливість знижувати температуру припливного повітря і в свою чергу не підвищувати його вологість, на відміну від систем охолодження повітря шляхом розпилення води. Суть роботи полягає в проведенні чисельних теоретичних досліджень, пов'язаних з регулюванням процесів тепло- і масопереносу в пташниках, що відбуваються як усередині приміщення, так і через його стіни, при зміні геометрії розташування вентиляторів.

Розглядається птахівниче приміщення традиційного типу, який включає в себе основні такі характеристики:

- Габарити приміщення – 90 x 20 x 5 м.
- Зовнішні огорожі виконані з керамзит бетону товщиною 0,2 м.
- Температура зовнішнього повітря в літній період року +40 °С.
- Об'єм приміщення 7200 м³.
- Температура внутрішнього повітря згідно норм +17 °С.

Досліджується процес тепло- масообміну повітряного середовища в пташнику, використовуючи різні конфігурації розміщення вентиляторів. Встановлення вентиляційного обладнання на певній висоті має велике значення, а саме для зменшення застійних зон. Вони характеризуються нагрітим повітрям з підвищеною температурою в пташнику, що супроводжує зниженням продуктивності птиці при їх вирощуванні. Саме такі дослідження дають змогу оцінити теплові та гідродинамічні умови підтримання оптимального мікроклімату в птахівнику, а також визначити для існуючих вентиляційних систем їх ефективність функціонування. За нормативними документами швидкість повітря в птахівничому приміщенні повинна знаходитися в межах 2,58 – 1,64 м/с, а середня температура +27 °С [3]. Отже, на границі «Вхід_2D» усереднене значення швидкості повітря приймаємо 1,97 м/с (див. рис. 2, а). На рис. 1 показано схематично вид бокових і торцевих поверхонь пташника в 2D по основній лінії, яка проходить через вісь кожного окремого вентилятора.

Вважаємо, що в приміщенні для розміщення птахів застосовується підлогове утримання птиці, а це в свою чергу є джерелом тепловиділення, особливо якщо враховувати, що загальна кількість птиці складає 10000 голів. Відстань між розміщенням птиці та вентиляційним обладнанням повинна дорівнювати не менше 3 м. На границі із птицею встановлюють огорожу, для того щоб уникнути попадання птиці в вентилятори і в наслідок цього виходу із ладу обладнання. Проте для спрощення моделі впливом огорожі на гідродинаміку та теплоперенос нехтуємо, але при цьому вибираємо необхідну безпечну відстань між вентиляторами та птицею. Середня температура птиці рівна +41 °С, але враховуючи велику концентрацію птиці, яка складає приблизно 7 голів на 1 м², передбачаємо, що біля підлоги є теплове джерело, і температура на поверхні якого рівна 41 °С (рис. 1, б). У системі вентиляції застосовано витяжне вентиляційне пристосування із діаметром колеса вентиляторів 1,25 м. Під час моделювання вентиляторів розміщували на висоті 1,125, 1,5 і 1,875 м (див. рис. 1) від підлоги до центра осі вентиляторів.

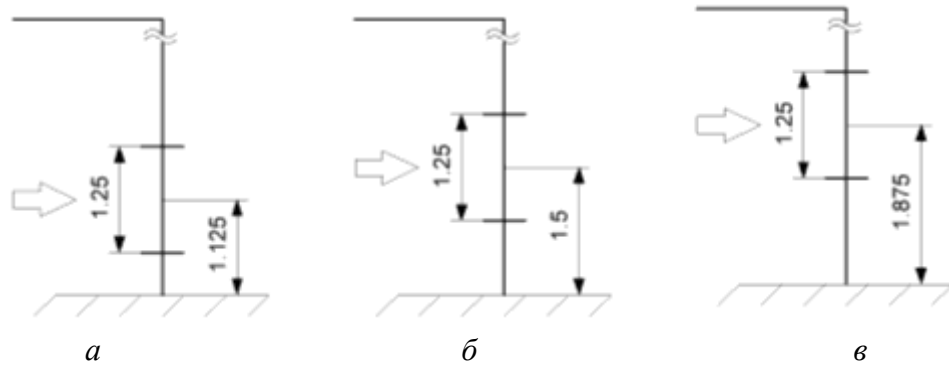


Рис. 1. Конструктивна схема розміщення вентилятора від підлоги до центра його осі на висоті:

a – 1,125 м; *б* – 1,5 м; *в* – 1,875 м

Проведено чисельне математичне моделювання гідродинамічних процесів і процесів переносу теплоти в пташнику. Для цього використано метод комп'ютерного (CFD) моделювання на базі програмного комплексу ANSYS Fluent. Математична модель основана на рівняннях Нав'є-Стокса та рівняннях переносу енергії при конвективних течіях. У розрахунках використана модель турбулентності Spalarta-Allmarasa і модель випромінювання Discrete Ordinates. Обчислення виконані із застосуванням системи охолодження припливного повітря за допомогою води підземних свердловин у теплообмінниках рекуператорах.

Встановлюємо граничні умови (рис. 2, *a*):

на вході по медіальній лінії пташника задаємо, що

$$x = 0; 0 \leq z \leq z_{1ch}; z_{2ch} \leq z \leq H_i; W = W_{inlet_2D}; T = T_{inlet_2D}; i = 1, 2, \dots, 7; \quad (4)$$

де z_{1ch}, z_{2ch} - координати по вертикальній лінії теплового джерела, що утворюється на основі масиву птиць при підлоговому утриманні; H_i - відстань від підлоги до даху на всій висоті пташника для i -го вентилятора, при цьому кількість встановлених вентиляторів складає 7; $W_{inlet_2D}, T_{inlet_2D}$ - швидкість та температура повітряного потоку на вході по медіальній лінії пташника.

Задаємо значення параметрів на вихідних вентиляційних отворах, де розміщені вентилятори на задній торцевій стінці (рис. 2, *a*):

$$x = L; z_{1v} \leq z \leq z_{2v}; W = W_{outlet_2D}; T = T_{outlet_2D}; \quad (5)$$

Записуємо умови прилипання повітряного теплоносія і температури на задній торцевій стінці даного пташника (рис. 2, б):

$$x = L; \quad 0 \leq z \leq z_{1v}; \quad z_{2v} \leq z \leq H; \quad W = 0; \quad T = T_{wall_2D}; \quad (7)$$

Тоді умови прилипання і температура на перекритті (рис. 2, б) будуть такі:

$$z = H_i; \quad 0 \leq x \leq L; \quad W = 0; \quad T = T_{wall_roof_2D}; \quad (8)$$

умови прилипання і температура на підлозі (рис. 2, б):

$$z = 0; \quad 0 \leq x \leq L; \quad W = 0; \quad T = T_{wall_floor_2D}; \quad (9)$$

Також умови прилипання і температура на поверхні теплового джерела, що утворюється внаслідок масиву птиці (рис. 2, б) буде:

$$z_{1ch} \leq z \leq z_{2ch}; \quad 0 \leq x \leq L_{ch}; \quad W = 0; \quad T = T_{wall_chicken_2D}. \quad (9)$$

де L – довжина пташника від задньої стінки до середньої лінії, м; L_{ch} – довжина розміщення масиву птиці у пташнику, м; T_{wall_2D} , $T_{wall_roof_2D}$, $T_{wall_floor_2D}$, $T_{wall_chicken_2D}$ - температура яка виникає відповідно на задній стінці пташника, на підлозі, на перекритті, на поверхні теплового джерела.

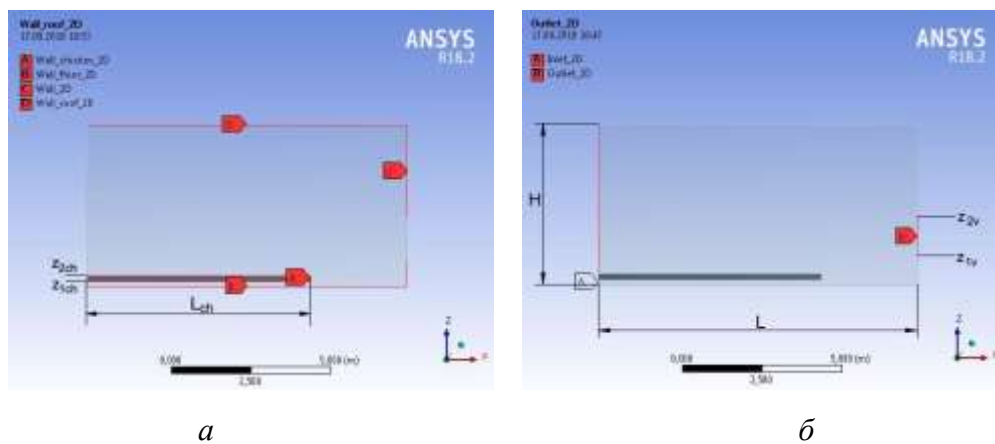


Рис. 2. Проекція птахівничого приміщення в 2D площині у перерізі, що проходить через вісь центра вентилятора по довжині пташника:

a – граничні умови зовнішніх огорожах та на поверхні теплового джерела птиці в пташнику; *б*– граничні умови на виході та вході в пташник; L – довжина пташника, м; H – висота пташника, м; L_{ch} – довжина розташування птиці в пташнику, м

Результати досліджень та їх обговорення. При чисельному розрахунку тепло-масопереносу і гідродинаміки використовується МКЕ. В сіткогенераторі ANSYS Meshing проводилося побудова сітки. Для якісної побудови сітки для пташника використовувався метод локального управління сіткою. Показник якості сітки Orthogonal Quality становить 1.

Результати розрахунків чисельного математичного моделювання для пташника представлено на рис. 3–6.

На рис. 3 показано поле температур по висоті пташника в 2D площині у перерізі вздовж осі вентилятора за координатою $0x$ для всіх типів розміщення вентилятора на задній стінці пташника. Зовнішнє повітря з температурою $+27\text{ }^{\circ}\text{C}$ на вході охолоджує птицю, яка знаходиться в підлоговому утриманні. Враховуючи високу температуру повітря та радіаційний фон від сонячного проміння, поблизу перекриття спостерігаємо дещо збільшену температуру. За рахунок тепловиділення від птиці нагріте повітря має температуру $+30\text{ }^{\circ}\text{C}$, яке після охолодження направляється до витяжних вентиляторів на задній стінці пташника.

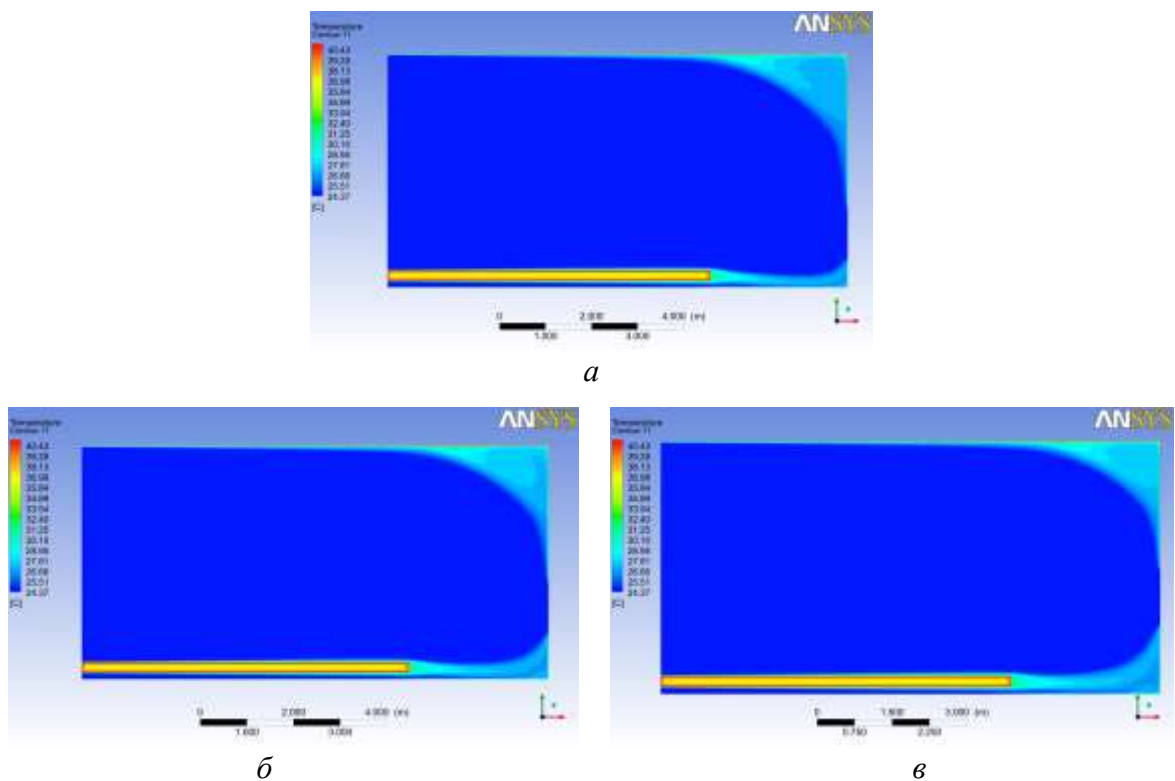


Рис. 3. Поле температур в 2D площині у перерізі вздовж осі вентилятора по координаті $0x$ на висоті ($^{\circ}\text{C}$): а – 1,125 м; б – 1,5 м; в – 1,85 м

Для якісного утримання птиці одним із важливих параметрів є швидкість повітря в повітряному середовищі пташника, а саме поблизу птиці. На рис. 4-5 представлено поле швидкостей та лінії току в приміщенні пташника. На вхідних та вихідних ділянках пташника спостерігається максимальна швидкість, яка не перевищує 2 м/с. У так званих застійних зонах приміщення швидкість повітря наближається до нуля. Однак, незважаючи на достатньо високу неоднорідність потоку і турбулентність, середня швидкість повітря на висоті 0,5 м поблизу птиці від підлоги становить 1,97 м/с. На виході з витяжних вентиляторів швидкість повітря, незалежно від конфігурації їх розташування, становить 8,4 м/с (див. рис. 4-5).

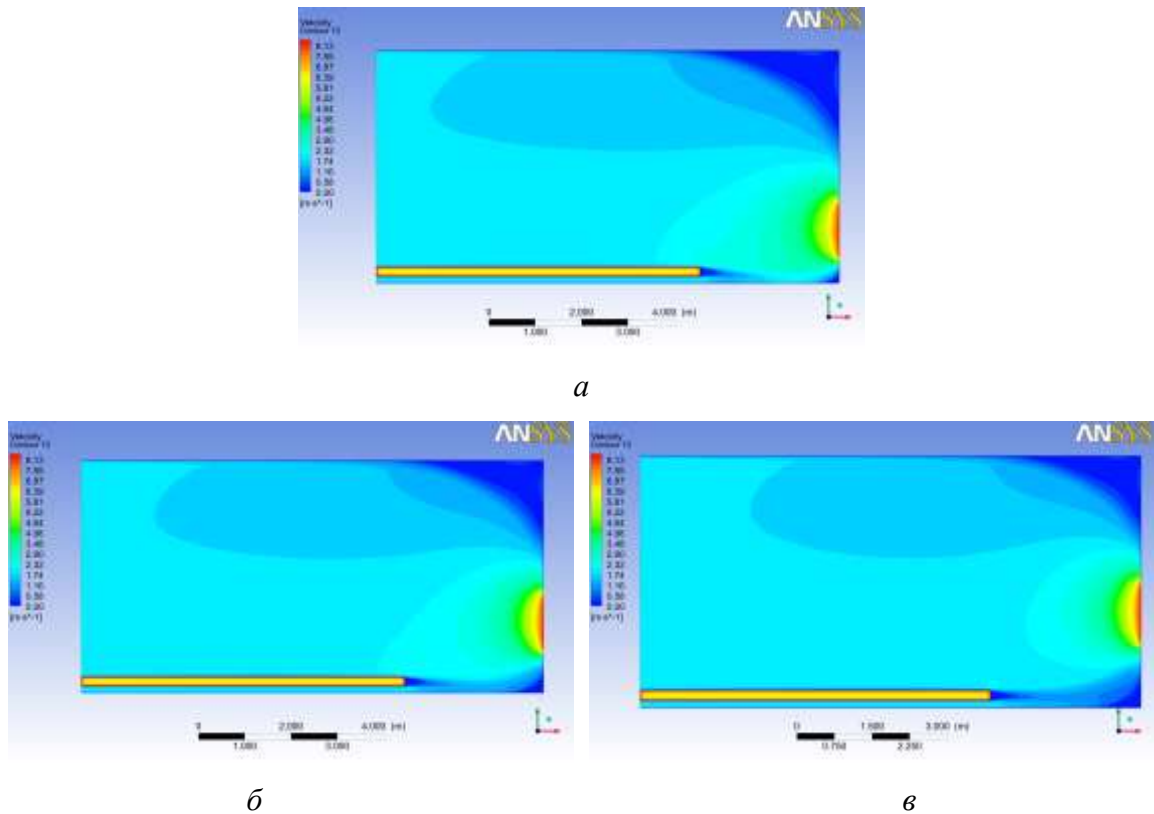


Рис. 4. Поле швидкостей в 2D площині у перерізі вздовж осі вентилятора по координаті $0x$ на висоті (м/с):

$a - 1,125$ м; $b - 1,5$ м; $c - 1,85$ м

У верхній зоні пташника над витяжними вентиляторами спостерігаються вихрові (застійні) зони, де швидкість повітря дещо менша і становить близько 1,65

м/с (див. рис. 4, а -5, а). Як показано на рис. 4, в – 5, в поблизу вентиляторів, у нижній частині пташника, утворюється вихор. Лише конфігурація розміщення витяжного вентилятора на висоті 1,5 м від підлоги дозволяє створити такий потік повітря, що зменшує застійні вихори в кутових зонах пташника (рис. 4, б – 5, б).

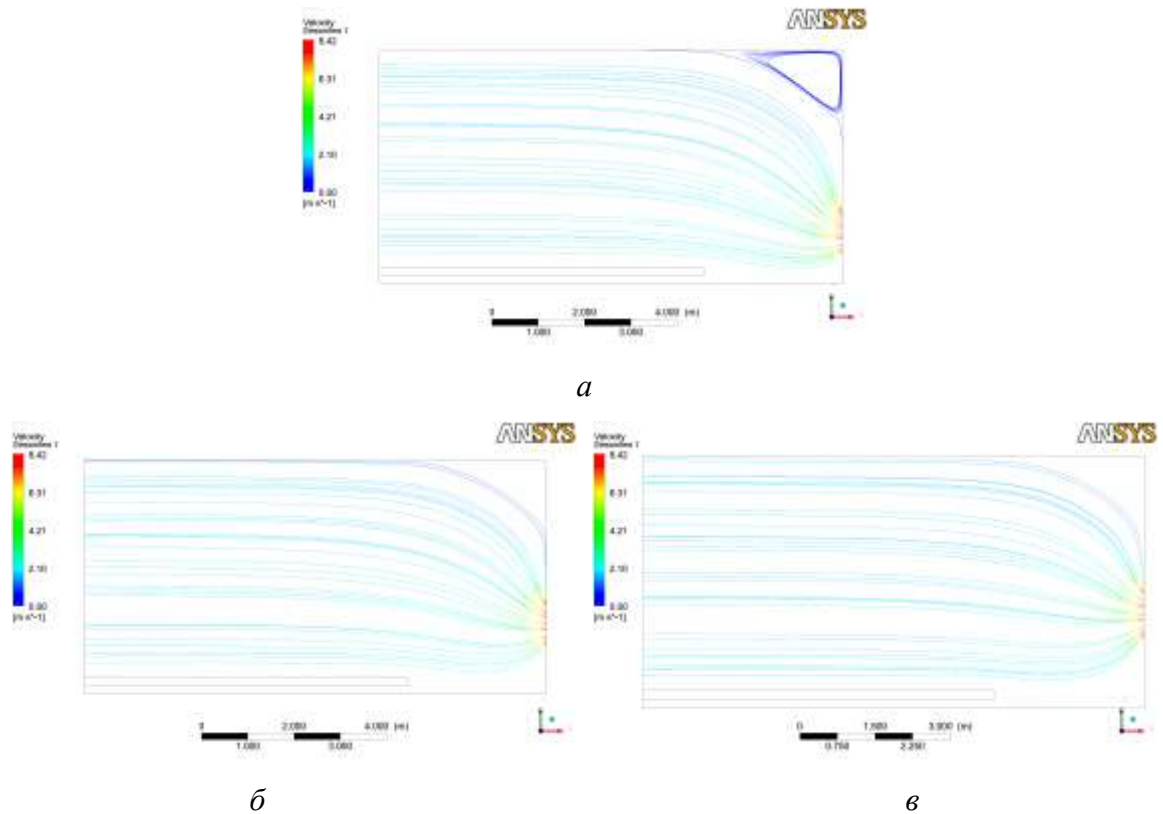


Рис. 5. Лінії току в 2D площині у перерізі вздовж осі вентилятора по координаті θx на висоті (м/с):
 $a - 1,125$ м; $b - 1,5$ м; $v - 1,85$ м

На рис. 5, а у верхній частині приміщення пташника спостерігається застійну зону повітря. При цьому лінії току повітря направлені вниз. А це свідчить про те, що поблизу птиці швидкість повітряного потоку збільшується, що може спричинити надмірне їх охолодження. Надмірне або різке зниження температури птиці може привести до її захворювання, що негативно відбивається на показниках роботи та продуктивності птахоферм.

Висновки і перспективи. Проведено чисельне моделювання процесів гідродинаміки, тепло- і масопереносу та отримано розподіл швидкостей і

температур в перерізі по осі окремого вентилятора вздовж пташника. Аналіз поля швидкості показує наявність застійних зон в кутових областях пташника. З метою мінімізації розмірів застійних зон вирівнювання потоку повітря та покращення температурних показників у приміщенні пташника проведені чисельні розрахунки тепло- і масопереносу при різній геометрії розташування витяжного вентиляційного обладнання на задній стінці будівлі. Показано, що вентиляційне обладнання доцільно встановлювати на висоті 1,5 м. При цьому зменшується величина застійних зон та нерівномірність розподілу швидкості повітря поблизу птиці. При такому розміщенні вентиляторів потік повітря є рівномірним по висоті пташника і не спричиняє надмірного охолодження птиці. Для таких умов середня швидкість повітря становить 1,97 м/с, а температура повітря на виході з приміщення пташника складає близько +27 °С, що сприяє підвищенню показників продуктивності при роботі птахоферм.

Список використаних джерел

1. Campbell J., Donald J., Simpson G. and other. Keeping birds cool costs down in summertime heat. Auburn University in association with the US poultry and egg association. 2007. No.48. P. 12-15.
2. Curi T., de Moura D.J., Massari J.M., Mesquita M., Pereira D.F. Computational fluid dynamics (CFD) application for ventilation studies in broiler houses. Engenharia Agricola. 2017. Vol. 37. No. 1. P. 1-12.
3. Gorobets V.G., Trokhaniak V.I., Antypov I.O., Bohdan Yu.O. The numerical simulation of heat and mass transfer processes in tunneling air ventilation system in poultry houses. INMATEH: Agricultural Engineering. 2018. Vol. 55. No 2. P. 87-96.
4. Горобець В. Г., Троханяк В. І. Математичне моделювання процесів гідродинаміки і теплообміну в охолоджувачах повітря птахівничих приміщень. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія «Техніка та енергетика АПК». 2013. Вип. 184, ч. 2. С. 101–110.
5. Троханяк В. І. Система енергозбереження у пташниках із використанням низькопотенціальної енергії ґрунту. Київ: «ЦП «Компринт», 2018. 386 с.
6. Gorobets V.G., Bohdan Yu.O., Trokhaniak V.I., Antypov I.O. Experimental studies and numerical modelling of heat and mass transfer process in shell-and-tube heat exchangers with compact arrangements of tube bundles. MATEC Web of Conferences. 2018. Vol. 240. P. 02006. <https://doi.org/10.1051/matecconf/201824002006>.
7. Gorobets V., Bohdan Y., Trokhaniak V., Antypov I., Masiuk M. Summarizing of Nusselt numbers and Euler numbers in depending of Reynoldsnumber for the compact tube bundle of small diameter tubes by experimental and numerical methods of researches.

E3S Web of Conferences. 2019. Vol. 128. P. 04003.
<https://doi.org/10.1051/e3sconf/201912804002>.

8. Горобець В. Г., Троханяк В. І. Моделювання процесів переносу та теплогідрравлічна ефективність кожухотрубного теплообмінника з компактним розташуванням пучків труб. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія «Техніка та енергетика АПК». 2014. Вип. 194, ч. 2. С. 147–155.

9. Троханяк В. І. Визначення коефіцієнта тепловіддачі при чисельному моделюванні трубного пучка. Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. 2015. Вип. 15. Т. 2. С. 332–337.

10. Blanes-Vidal V., Guijarro E., Balasch S., Torres A.G. Application of computational fluid dynamics to the prediction of airflow in a mechanically ventilated commercial poultry building. Biosystems Engineering. 2008. Vol. 100. No.1. P. 105-116.

11. Bustamante E., Calvet S., Estelles F., Torres A.G., Hospitaler A. Measurement and numerical simulation of single-sided mechanical ventilation in broiler houses. Biosystems Engineering. 2017. Vol. 160. P. 55-68.

References

1. Campbell, J., Donald, J., Simpson, G. and other. (2007). Keeping birds cool costs down in summertime heat, Auburn University in association with the US poultry and egg association, 48, 12-15.

2. Curi, T., de Moura, D.J., Massari, J.M., Mesquita, M., Pereira, D.F. (2017). Computational fluid dynamics (CFD) application for ventilation studies in broiler houses. Engenharia Agricola, 37 (1), 1-12.

3. Gorobets, V.G., Trokhaniak, V.I., Antypov, I.O., Bohdan, Yu.O. (2018). The numerical simulation of heat and mass transfer processes in tunneling air ventilation system in poultry houses. INMATEH: Agricultural Engineering, 55 (2), 87-96.

4. Horobets, V. H., Trokhaniak, V. I. (2013). Matematychnе modeliuвання protsesiv hidrodynamiky i teploobminu v okholodzhuvachakh povitria ptakhivnychkh prymishchen [Mathematical modeling of processes of hydrodynamics and heat-exchange processes in air coolers of poultry houses]. Naukovyi visnyk Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannya Ukrainy. Seriiia «Tekhnika ta enerhetyka APK», 184 (2), 101–110.

5. Trokhaniak, V. I. (2018). Systema enerhozberezhennia u ptashnykakh iz vykorystanniam nyzkopotentsialnoi enerhii gruntu [Power saving system in poultry-houses with usage of soil low-potential energy]. Kyiv: «PC «Komprint», 386.

6. Gorobets, V.G., Bohdan, Yu.O., Trokhaniak, V.I., Antypov, I.O. (2018). Experimental studies and numerical modelling of heat and mass transfer process in shell-and-tube heat exchangers with compact arrangements of tube bundles. MATEC Web of Conferences, 240, 02006. <https://doi.org/10.1051/matecconf/201824002006>.

7. Gorobets, V. Bohdan, Y. Trokhaniak V., Antypov I., Masiuk M. (2019). Summarizing of Nusselt numbers and Euler numbers in depending of Reynoldsnumber for the compact tube bundle of small diameter tubes by experimental and numerical methods

of researches. E3S Web of Conferences, 128, 04003. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201912804002>.

8. Horobets, V. H., Trokhaniak, V. I. (2014). Modeliuvannia protsesiv perenosu ta teplohidravlichna efektyvnist kozhukhotrubnoho teploobminnyka z kompaktnym roztashuvanniam puchkiv trub [The heat exchanger, tube bundle, thermal-hydraulic performance, mathematical modeling, flow rate, hydraulic losses, temperature]. Naukovyi visnyk Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy. Seriiia «Tekhnika ta enerhetyka APK», 194 (2), 147–155.

9. Trokhaniak, V. I. (2015). Vyznachennia koefitsiienta teploviddachi pry chyselnomu modeliuvanni trubnoho puchka [Definition of coefficient of heat transfer numerical simulation tube bundle]. Pratsi Tavriiskoho derzhavnoho ahrotekhnolohichnoho universytetu, 15 (2), 332–337.

10. Blanes-Vidal, V., Guijarro, E., Balasch, S., Torres, A.G. (2008) Application of computational fluid dynamics to the prediction of airflow in a mechanically ventilated commercial poultry building. Biosystems Engineering, 100 (1), 105-116.

11. Bustamante, E., Calvet, S., Estelles, F., Torres, A.G., Hospitaler, A. (2017) Measurement and numerical simulation of single-sided mechanical ventilation in broiler houses. Biosystems Engineering, 160, 55-68.

ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО РАЗМЕЩЕНИЯ ВЫТЯЖНОГО ВЕНТИЛЯЦИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ В ПТИЧНИКЕ С ПОМОЩЬЮ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

В. И. Троханяк

Аннотация. *Содержание птицы во влажных и холодных помещениях с неудовлетворительной системой вентиляции приводит к уменьшению прироста веса птицы, снижению ее несучкости и повышению заболеваемости молодняка, а также чрезмерного перерасхода кормов и превышение сроков выращивания, установленных техническими нормами.*

Целью исследования было определение эффективного размещения вытяжного вентиляционного оборудования по высоте торцевой стенки птичника для совершенствования системы вентиляции, уменьшения застойных воздушных зон и улучшения микроклимата.

Проведено численное моделирование процессов гидродинамики, тепло- и массопереноса при вентиляции воздуха в птицеводческих помещениях. Проведен анализ условий тепло- и массопереноса в птичнике в зависимости от размещения вентиляторов по высоте птичника и определена эффективность расположения такого оборудования. Система поддержания микроклимата в птичниках рассматривалась при наличии системы охлаждения наружного воздуха водой из подземных скважин. В системе вентиляции использовано вытяжное вентиляционное оборудование с диаметром колеса вентиляторов 1,25 м. При моделировании вентиляторы устанавливали на высоте 1,125, 1,5 и 1,875 м от пола до центра оси вентиляторов. Моделирование проведено для 2D CFD моделей с помощью программного обеспечения ANSYS Fluent. Представлены результаты CFD

анализа схемы потока воздуха и теплового состояния внутри птичника. В результате многочисленных исследований найдено геометрию расположения вентиляционного оборудования. Показано, что вентиляционное оборудование целесообразно устанавливать на высоте 1,5 м. При этом уменьшается величина застойных зон и неравномерность распределения скорости воздуха вблизи птицы. Численное моделирование проводилось с целью минимизации размеров застойных зон, выравнивания потока воздуха и улучшения температурных показателей в помещении птичника.

Ключевые слова: численное моделирование, процессы тепло- и массообмена, птичник, вентиляционное оборудование

STUDY OF THE OPTIMAL PLACEMENT OF EXHAUST VENTILATION EQUIPMENT IN A POULTRY HOUSE USING NUMERICAL SIMULATION

V. Trokhaniak

Abstract. *Keeping poultry in damp and cold rooms with poor ventilation system reduces the weight gain of the bird, reduces its egg production and increases the incidence of young animals, as well as excessive feed consumption and exceeding the growing period established by technical regulations.*

The aim of the study was to determine the effective placement of exhaust ventilation equipment at the height of the end wall of the poultry house to improve the ventilation system, reduce stagnant air zones and improve the microclimate.

The numerical modeling of hydrodynamics, heat and mass transfer processes during air ventilation in poultry buildings is carried out. The analysis of the conditions of heat and mass transfer in the poultry house, depending on the placement of fans along the height of the house, and the efficiency of the location of such equipment was determined. The system for maintaining the microclimate in poultry houses was considered in the presence of a system for cooling the outside air with water from an underground well. The ventilation system uses exhaust ventilation equipment with a fan wheel diameter of 1.25 m. In the simulation, the fans were installed at a height of 1.125, 1.5 and 1.875 m from the floor to the center of the fan axis. Simulation was performed for 2D CFD models using ANSYS Fluent software. The results of CFD analysis of the air flow pattern and the thermal state inside the house are presented. As a result of numerous studies, the geometry of the location of the ventilation equipment has been found. It is shown that it is advisable to install ventilation equipment at a height of 1.5 m. At the same time, the size of stagnant zones and the uneven distribution of air velocity near the bird are reduced. Numerical modeling was carried out in order to minimize the size of stagnant zones, equalize the air flow and improve the temperature indicators in the poultry house.

Key words: *numerical simulation, heat and mass transfer processes, poultry house, ventilation equipment*