

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМИ НАГНІТАННЯ ПОВІТРЯ У ТВАРИННИЦЬКИХ ПРИМІЩЕННЯХ

Яропуд В.М., к.т.н., доцент

Вінницький національний аграрний університет, м. Вінниця, Україна.

Постановка проблеми. Мікроклімат у приміщеннях для утримання свиней є визначальним фактором для їх здоров'я та продуктивності. Зміни складу повітря, температури та вологості можуть суттєво впливати на організм тварин, призводячи до зниження імунітету, захворювань та зменшення приростів. Тому створення оптимальних умов повітряного середовища є одним з ключових завдань у свинарстві.

Питання вдосконалення автоматизованих енергозберігаючих систем дотримання оптимальних умов мікроклімату в тваринницьких приміщеннях є актуальними і потребують наукового обґрунтування.

Аналіз сучасних систем забезпечення мікроклімату в свинарських приміщеннях [1, 2] дозволив встановити, що найпопулярніша на сьогодні є система вентиляції від'ємного тиску. Це пов'язано з тим, що система вентиляції від'ємного тиску є більш простою при експлуатації, обслуговуванні і споживає менше енергії, ніж системи примусової вентиляції. Однак ці системи мають проблеми, пов'язані з тривимірною вентиляцією та подачею повітря тваринам.

Вентиляційна система нагнітання чистого повітря у кожному станку містить патрубкі для нагнітання повітря із встановленими нагнітальними заслінками із сервоприводами [3, 4].

Вентиляційна система нагнітання чистого повітря у кожному станку містить патрубкі для нагнітання повітря із встановленими нагнітальними заслінками із сервоприводами. Для забезпечення стабільного атмосферного тиску в області станка необхідно, щоб кількість витяжного повітря дорівнювала кількості припливного повітря за одиницю часу [5].

Метою досліджень є обґрунтування конструктивно-режимних особливостей вентиляційної системи нагнітання чистого повітря у тваринницьких приміщеннях за результатами експериментів.

Основні матеріали дослідження. Вентиляційна система нагнітання чистого повітря складається з двох елементів центрального повітропроводу для нагнітання повітря і окремих патрубків для нагнітання повітря із заслінками з сервоприводами.

Схема і загальний вигляд лабораторного стенду для дослідження патрубків для нагнітання повітря представлені на рис. 1. До одного

кінця повітропроводу під'єднано витяжний вентилятор, продуктивність якого регулювалась з використанням димера. Димер підключено до мережі 220 В через електрولیчильник, функцією якого є визначення споживаної потужності витяжного вентилятора.

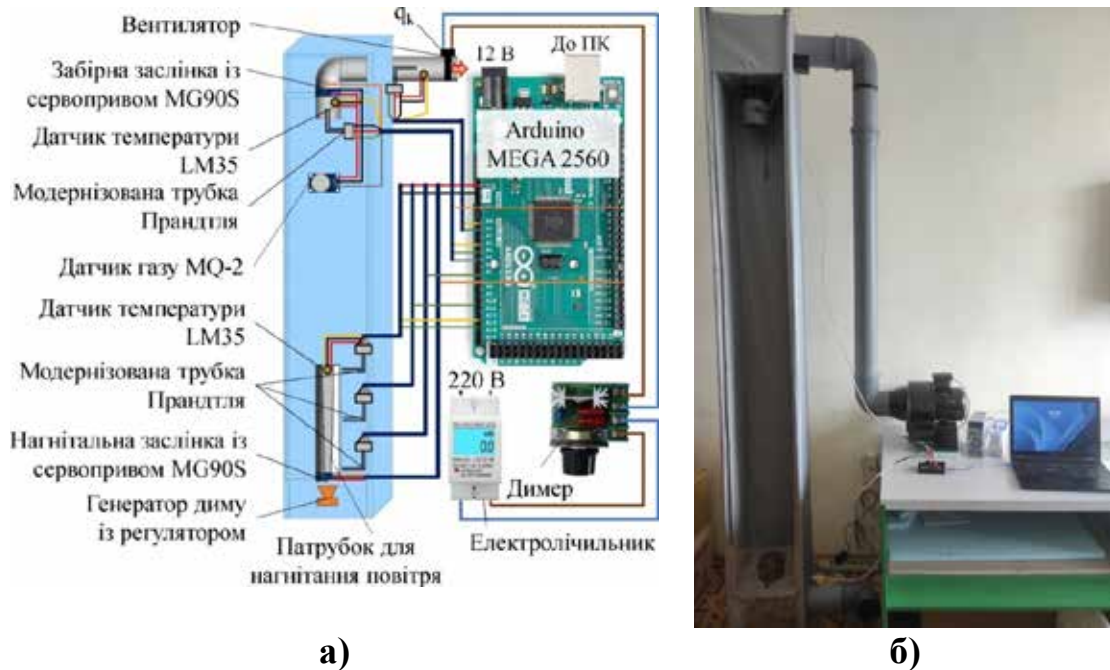


Рис. 1. Схема (а) і загальний вигляд (б) лабораторного стенду для дослідження патрубків для нагнітання повітря у тваринницьких приміщеннях

У нижній частині модуля встановлений патрубок для нагнітання повітря із повздовжньою щілиною. Патрубок довжиною 1000 мм і діаметром 110 мм представлений у двох виконаннях: 1 варіант – щілина із постійною шириною $\delta y' = 9,5$ мм, 2 варіант – щілина зі зміною шириною.

Для визначення величини розподілу зниження тиску і швидкості потоку повітря на трьох рівнях навпроти щілини патрубка для нагнітання встановлені три трубки Прандтля на базі датчика тиску MPX5100DP і аналоговий датчик температури LM35. Усі датчики були підключені до Arduino MEGA 2560.

Факторами досліджень обрано:

- варіант виконання патрубка для нагнітання повітря із повздовжньою щілиною;
- швидкість потоку повітря V (або витрати повітря $Q_{in} = 100\text{--}500$ м³/год), що створює витяжний вентилятор.

За критерії досліджень обрано швидкості потоку повітря V на трьох рівнях повздовжньої щілини і споживана потужність витяжного вентилятора N . Для визначення рівномірності розподілу повітря використовували коефіцієнт варіації χ_V для швидкості потоку повітря за довжиною повздовжньої щілини.

Результати досліджень. За результатами експериментальних досліджень вентиляційної системи нагнітання чистого повітря у лабораторних умовах визначені швидкості потоку повітря V на трьох рівнях повздовжньої щілини патрубку для нагнітання (діаметр – 0,11 м) в динаміці у моменти підвищення частоти обертання двигуна вентилятора (рис. 2).

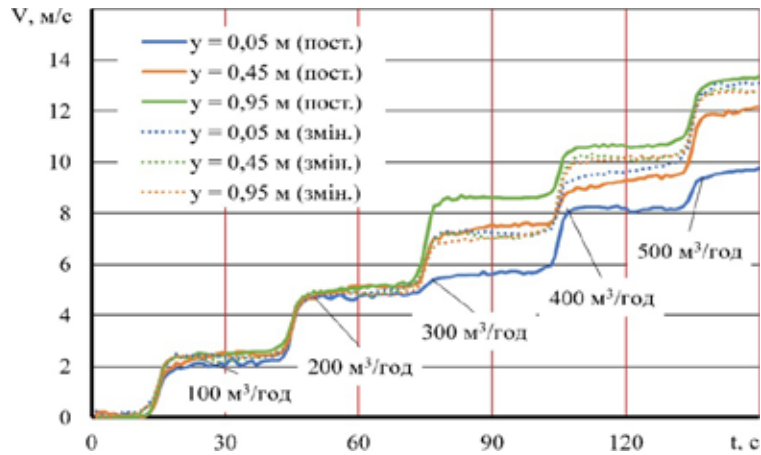


Рис. 2. Динаміка зміни швидкості потоку повітря V на трьох рівнях повздовжньої щілини у двох варіантах виконання

З рис. 2 видно, що зі збільшенням витрат повітря для варіанту нагнітального патрубку із постійною шириною щілини (9,5 мм) різниця швидкості повітря на різних висотах збільшується і може досягати до $3,65 \pm 0,05$ м/с. Також для варіанту зі змінною шириною щілини (від 4 мм до 15 мм) збільшення витрат повітря майже не призводить до зміни швидкості повітря по висоті нагнітального патрубку (до $0,09 \pm 0,02$ м/с).

За результатами розрахунку експериментальних даних отримана залежність споживаної потужності системи нагнітання чистого повітря, яка реалізована у виробничих умовах (рис. 3).

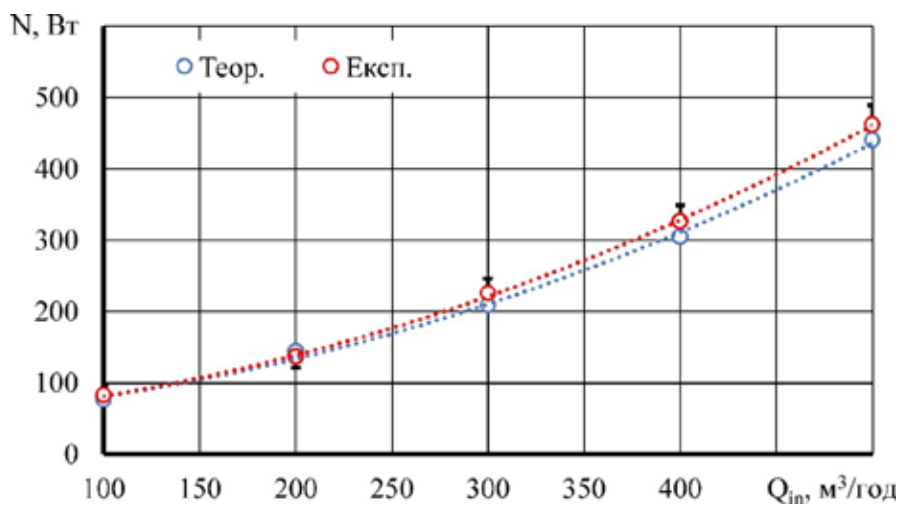


Рис. 3. Залежність споживаної потужності N системи нагнітання чистого повітря від витрат повітря Q_{in}

Результати дослідження свідчать про те, що розроблена теоретична модель адекватно описує поведінку системи в широкому діапазоні умов. Високий коефіцієнт кореляції (0,94) підтверджує наукову новизну отриманих результатів і розширює наші знання про процеси, що відбуваються в системах вентиляції.

Висновки. За результатами експериментальних досліджень вентиляційної системи нагнітання чистого повітря встановлено, що коефіцієнт варіації швидкості повітря є нижчим для змінної ширини щілини нагнітального патрубка (0,01–0,02), що підтверджує вірність теоретичних досліджень.

Отримана залежність між споживаною потужністю та витратами повітря доповнює існуючі теоретичні моделі. Високий коефіцієнт кореляції між експериментальними та теоретичними даними свідчить про адекватність прийнятих припущень і може бути використаний для подальшого розвитку теоретичних основ вентиляції у тваринницьких приміщеннях.

Список використаних джерел

1. Шульга М.О., Алексахін О.О., Шушляков Д.О. Теплогазопостачання та вентиляція: навч. посібник. Харк. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. ХНУМГ, 2014. 191 с.
2. Duan Z., Changhong Z., Zhang X., Mustafa M., Alimohammadisagvand B., Hasan A., Zhao X. Indirect evaporative cooling: Past, present and future potentials. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2012. Vol. 16. P. 6823–6850. DOI: 10.1016/j.rser.2012.07.007
3. Яропуд В.М. Експериментальні дослідження вентиляційної системи нагнітання чистого повітря *Вісник Хмельницького національного університету. Серія: технічні науки*. 2024. № 4 (333). С. 251-258. DOI 10.31891/2307-5732-2024-339-4- 40
4. Калетнік Г.М., Яропуд В.М. Мехатронна система забезпечення мікроклімату тваринницьких приміщень. Пат. № 127795 UA, МПК (2023.01) A01K 1/00, F24F 3/00, F24F 3/044 (2006.01), F24F 3/14 (2006.01), F24F 6/12 (2006.01), F24F 7/007 (2006.01), F24F 11/00; № а 2021 02134; заяв. 22.04.2021; опубл. 03.01.2024, Бюл. № 1.
5. Калетнік Г.М., Яропуд В.М. Фізико-математична модель вентиляційної системи нагнітання чистого повітря у тваринницьких приміщеннях. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2021. № 3 (114). С. 4–15.