

УДК 66.045.1

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛООБМІННИХ ПРОЦЕСІВ У ПОВІТРЯНОМУ ТЕПЛООБМІННИКУ ПОБІЧНО-ВИПАРНОГО ТИПУ**

*Яропуд В. М.*

*Вінницький національний аграрний університет*

Постановка проблеми. За останні два десятиліття для цілей обігріву впроваджено багато нових пристроїв на основі відновлюваної енергії: нові установки рекуперації тепла, теплові насоси, сонячні системи та багато інших [1].

Аналіз останніх досліджень. Створення працездатних і економічно ефективних конструкцій повітряних теплообмінників (теплоутилізаторів) для тваринницьких приміщень, здатних агрегатуватись з комплектом вентиляційного обладнання, являє собою складну наукову та інженерну задачу [1, 2].

Мета досліджень. На основі експериментальних досліджень теплообмінника побічно-випарного типу встановити емпіричні закономірності зміни температури вихідного первинного повітряного потоку, коефіцієнта теплової ефективності та ефективної холодопродуктивної потужності від температури первинного повітряного потоку на впуску, його абсолютної вологості і його витрат потоку.

Результати досліджень. Для проведення експериментальних досліджень виготовлений лабораторно-експериментальний зразок теплообмінника побічно-випарного типу. 3D-модель теплообмінника побічно-випарного типу із прийнятими геометричними розмірами представлена на рис. 1.

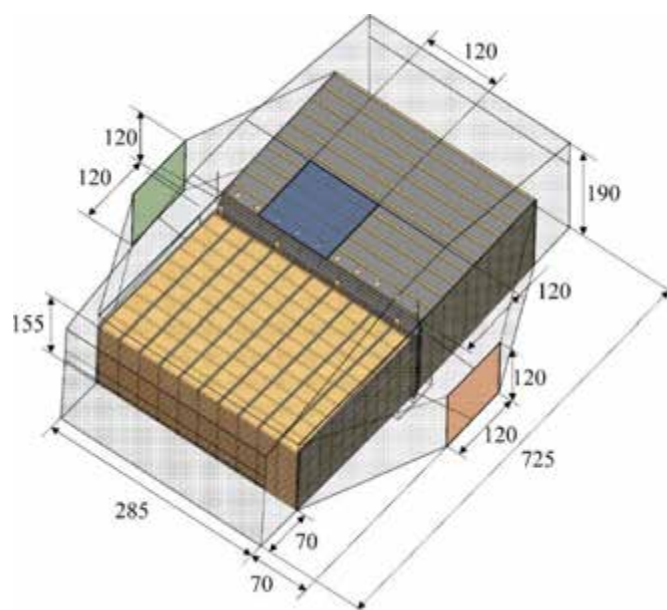


Рис. 1. 3D-модель теплообмінника побічно-випарного типу із прийнятими геометричними розмірами (мм).

Запропонований теплообмінник побічно-випарного типу виконаний у вигляді тепломасообмінника, який знаходиться в середині термоізованого корпусу. Тепломасообмінник є основною частиною всього теплообмінника побічно-випарного типу, оскільки він є компонентом, що відповідає за фактичне охолодження.

Корпус теплообмінника побічно-випарного типу (рис. 2) виготовлений з пінопласту і обклеєний фольгою товщиною 0,1 мм. Корпус є розбірним для вільного доступу до тепломасообмінника. Корпус теплообмінника містить один вхідний і два вихідних прямокутні отвори розміром 120 мм × 120 мм, які можна з'єднувати із системою вентиляції або безпосередньо встановлювати вентилятори. В нижній частині теплообмінника міститься забірна ємність для води, до якої приєднана помпа для перекачування води у верхню частину тепломасообмінника і розподілу її з використанням крапельної трубки.

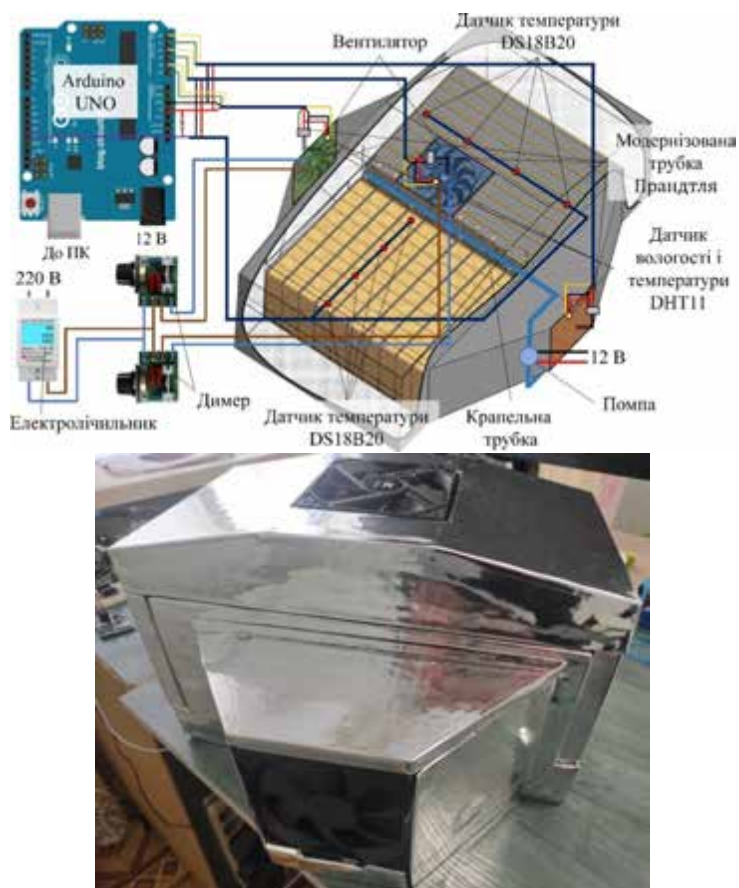


Рис. 2. Схема (а) і загальний вигляд (б) лабораторного стенду для дослідження теплообмінника побічно-випарного типу.

Лабораторний стенд для проведення досліджень складався з лабораторно-експериментального зразка теплообмінника побічно-випарного типу, в якому встановлено два вентилятора, як показано на рис. 3. Продуктивність вентиляторів регулювалась з використанням димера, що підключено до мережі 220 В через електролічильник, функцією якого є визначення споживаної потужності вентиляторів.

Дослідження проводились за такими факторами:

- площа отворів між каналами тепломасообмінника (з однаковою площею; з різною площею);
- витрати повітря у вихідних каналах  $Q_{in}$  (100 м<sup>3</sup>/год, 300 м<sup>3</sup>/год, 500 м<sup>3</sup>/год);
- температура  $T_{in}$  (20 °С, 26 °С, 32 °С) і абсолютна вологість  $x_{in}$  (5 г/кг, 15 г/кг, 25 г/кг) вхідного повітря.

За результатами обробки даних отримані рівняння регресії другого порядку для температури вихідного первинного повітряного потоку  $t_{out}$  від факторів досліджень. Табличний критерій Стюдента складає  $t_{0,05}(30) = 2,04$ .

Оптимальні значення факторів за умови мінімізації температури вихідного первинного повітряного потоку  $t_{out} = 14,5$  °С (різні площі отворів)

$\bar{t}_{out} = 16,5 \text{ }^\circ\text{C}$  (однакові площі отворів) складають  $t_{in} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $x_{in} = 5 \text{ г/кг}$ ,  $Q_{in} = 100 \text{ м}^3/\text{год}$ . Графічна інтерпретація експериментальних (1), (2) і теоретичної залежностей представлені на рис. 3.

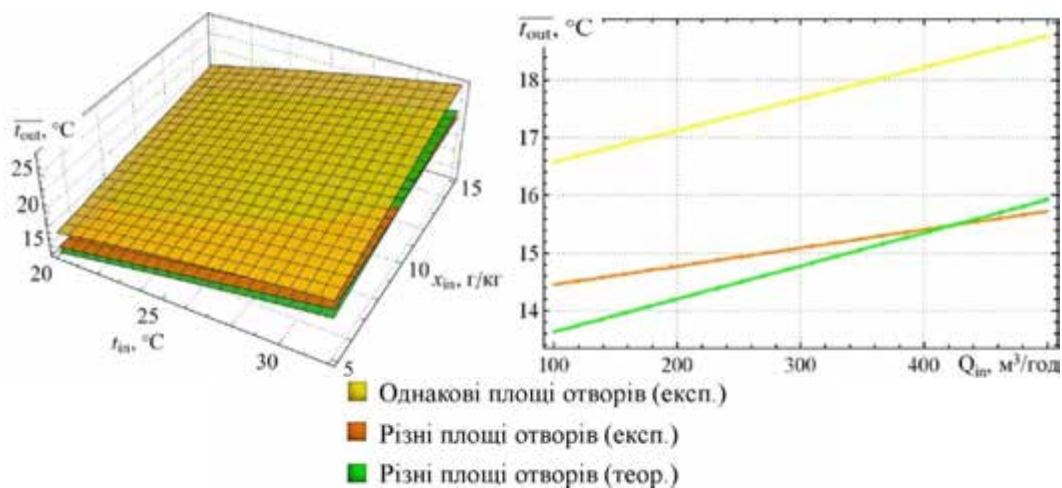


Рис. 3. Залежність температури вихідного повітряного потоку  $\bar{t}_{out}$  від температури  $t_{in}$ , абсолютної вологості  $t_{in}$  і витрат  $Q_{in}$  вхідного первинного повітряного потоку на впуску в теплообмінник

Наочний аналіз рис. 3 дозволяє зробити висновок щодо дотичності результатів чисельного моделювання та експериментальних досліджень. Підтвердження цьому є розрахований критерій кореляції Пірсона, який складає 0,93.

Висновок. За результатами експериментальних досліджень лабораторного теплообмінника побічно-випарного типу отримано залежності температури вихідного первинного повітряного потоку, коефіцієнта теплової ефективності  $\eta_t$  та ефективної холодопродуктивної потужності  $N_E$  від температури первинного повітряного потоку на впуску  $t_{in}$ , його абсолютної вологості  $x_{in}$  і його витрат потоку  $Q_{in}$ . Аналізуючи отримані залежності можна зробити висновок щодо відповідності результатів чисельного моделювання та експериментальних досліджень, що підтверджується високим значенням коефіцієнта кореляції Пірсона, який складає 0,92–0,94. Оптимальні значення факторів за умови максимізації ефективної холодопродуктивної потужності  $N_E = 426 \text{ Вт}$  (різні площі отворів),  $N_E = 380 \text{ Вт}$  (однакові площі отворів) складають  $t_{in} = 32 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $x_{in} = 5 \text{ г/кг}$ ,  $Q_{in} = 169 \text{ м}^3/\text{год}$ .

#### Список використаних джерел

1. Калетнік Г. М., Яропуд В. М. Теоретичні дослідження пневмовтрат повітряного теплообмінника побічно-випарного типу тваринницьких приміщень. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Київ. 2021. Вип. 12. № 4. С. 35–41.

2. Калетнік Г.М., Яропуд В.М. Симуляція процесу тепломасообміну теплообмінника побічно-випарного типу. Техніка, енергетика, транспорт АПК. 2022. № 1 (116). С. 4–15.

ISBN 978-617-8102-06-7

Міністерство освіти і науки України  
Національний університет біоресурсів  
і природокористування України  
Механіко-технологічний факультет  
Кафедра сільськогосподарських машин  
та системотехніки імені академіка П. М. Василенка

**ЗБІРНИК**  
**ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ**  
**XXV МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ**  
**"Сучасні проблеми землеробської механіки"**  
**(17–19 жовтня 2024 року)**

*присвяченій 124-й річниці з дня народження академіка  
Петра Мефодійовича Василенка, 95-й річниці з дня заснування  
механіко-технологічного факультету НУБіП України*



**Київ – 2024**

**ББК40.7**

**УДК 631.17+62-52-631.3**

**JEL CLASSIFICATION Q 01; D 24; P 42**

**З 38**

*Рекомендовано до друку збірник тез доповідей XXV Міжнародної наукової конференції "Сучасні проблеми землеробської механіки" вченою радою механіко-технологічного факультету Національного університету біоресурсів і природокористування України від 15 жовтня 2024 року протокол № 3.*

Збірник тез доповідей XXV Міжнародної наукової конференції "Сучасні проблеми землеробської механіки" (17–19 жовтня 2024 року). МОН України, Національний університет біоресурсів і природокористування України. Київ. 2024. 527 с.

**ISBN 978-617-8102-06-7**

В збірнику тез представлено анотований зміст доповідей науково-педагогічних працівників, наукових співробітників та аспірантів НУБіП України, провідних вітчизняних і закордонних вищих навчальних закладів та наукових установ, в яких розглядаються завершені етапи розробок з: розвитку сучасної землеробської механіки; механіко-технологічних процесів, робочих органів та машин для рослинництва; механіко-технологічних процесів, робочих органів та машин для тваринництва; смарт-технологій машиновикористання, інженерного менеджменту, технічного сервісу; транспортних технологій та логістики; історії аграрної освіти і науки; будівництва сільських територій; надійності машин для сільського, лісового і водного господарств та харчових технологій; удосконалення та нові розробки біотехнологічних процесів і технічних засобів.

**Організаційний комітет:**

*Ткачук В.А. – д.е.н., проф., ректор Національного університету біоресурсів і природокористування України (НУБіП), голова.*

*Ніколаєнко С.М. – д.п.н., проф., академік НАПН, академік НААН, президент НУБіП, співголова.*

*Тонха О.Л. – д.с.-г.н., проф., проректорка з наукової роботи та інноваційної діяльності НУБіП, співголова.*

*Братішко В.В. – д.т.н., проф., декан НУБіП, співголова.*

Войтюк Д.Г. – к.т.н., проф., член-кор. НААН, професор кафедри НУБіП, співголова.

Адамчук В.В. – д.т.н., проф., академік НААН, директор ІМА АПВ.

Аулін В.В. – д.т.н., проф., професор кафедри ЦНТУ.

Барановський В.М. – д.т.н., проф., ТНТУ імені Івана Пулюя.

Борак К.В. – д.т.н., проф., заступник директора ЖАТФК.

Бредихін В.В. – д.т.н., доц., декан ДБУ.

Вергунов В.А. – д.с.-г.н., д.і.н., проф., академік НААН, директор ННСГБ НААН.

Вечера О.М. – ст. викл. кафедри НУБіП, секретар оргкомітету конференції.

Гуменюк Ю.О. – к.т.н., доц., завідувач кафедри НУБіП.

Гуцол О.П. – к.т.н., доц., керівник приватного підприємства.

Зубко В.М. – д.т.н., проф., декан СНАУ.

Іванишин В.В. – д.е.н., проф., академік НААН, ректор ЗВО «ПДУ».

Іценко Т.Д. – к.п.н., проф., директор ДУ «НМЦВФПО».

Калетнік Г.М. – д.е.н., проф., академік НААН, президент ВНАУ.

Кірчук Р.В. – к.т.н., проф., декан ЛНТУ.

Кобець А.С. – д.н. з держ. упр., проф., ректор ДДАЕУ.

Ковалишин С.Й. – к.т.н., проф., декан ЛНУП.

Гуцол О.П. – к.т.н., власник і бенефіціар аграрних компаній.

Козаченко Л.П. – президент Української аграрної конфедерації.

Кравчук В.І. – д.т.н., проф., академік НААН, директор УМІ АПІ.

Кропівний В.М. – к.т.н., проф., ректор ЦНТУ.

Кульгавий В.Ф. – генеральний директор ВГО «Українська асоціація аграрних інженерів».

Кюрчев В.М. – д.т.н., проф., член-кор. НААН, радник ректора ТДАТУ імені Дмитра Моторного.

Кюрчев С.В. – д.т.н., проф., ректор ТДАТУ імені Дмитра Моторного.

Лавріненко О.Т. – к.т.н., доц. кафедри НУБіП.

Лукач В.С. – к.п.н., проф., директор ВП НУБіП «НАТІ».

Маруцак П.О. – д.т.н., проф., проректор ТНТУ імені Івана Пулюя.

Мельник В.І. – д.т.н., проф., професор кафедри ДБУ.

Мироненко В.Г. – д.т.н., проф., ІМА АПВ.

Мороз О.О. – Голова Верховної Ради України двох скликань.

Надикто В.Т. – д.т.н., проф., член-кор. НААН, професор кафедри ТДАТУ імені Дмитра Моторного.

Панцир Ю.І. – к.т.н., доц., декан ЗВО «ПДУ».

Пастухов В.І. – д.т.н., проф., професор кафедри ЦНТУ.

Пилипака С.Ф. – д.т.н., проф., завідувач кафедри НУБіП України.

Пугач А.М. – д.н. з держ. упр., проф., декан ДДАЕУ.

Пушка О.С. – к.т.н., доц., проректор УНУС.

Ребенко В.І. – к.т.н., доц., доцент кафедри НУБіП.