

Всеукраїнський науково-технічний журнал

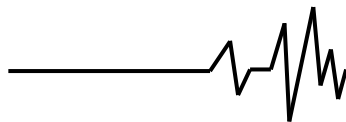
Ukrainian Scientific & Technical Journal

ISSN 2306-8744

# Вібрації в техніці та технологіях





**ВІБРАЦІЇ В  
ТЕХНІЦІ ТА  
ТЕХНОЛОГІЯХ**

Журнал науково-виробничого та навчального спрямування  
Видавець: Вінницький національний аграрний університет

Заснований у 1994 році під назвою "Вібрації в техніці та технологіях"  
Свідоцтво про державну реєстрацію засобів масової інформації  
КВ № 16643-5115 ПР від 30.04.2010 р.

*Всеукраїнський науково-технічний журнал "Вібрації в техніці та технологіях" / Редколегія:  
Котов Б. І. (головний редактор) та інші. – Вінниця, 2017. – 4 (87) – 134 с.*

*Друкується за рішенням Вченої ради Вінницького національного аграрного університету  
(протокол № 5 від 5.11. 2017 р.)*

*Періодичне видання включено до Переліку наукових фахових видань України, що затверджений  
наказом Міністерства освіти і науки України від 21.12.2015 р. № 1328; індексується у міжнародній  
наукометричній базі даних Index Copernicus*

**Головний редактор**

**Калетнік Г.М.** – д.е.н., професор, академік НААН,  
Вінницький національний аграрний університет

**Заступники головного редактора**

**Іскович-Лотоцький Р.Д.** – д.т.н., проф., Вінницький  
національний технічний університет  
**Ловейкін В.С.** – д.т.н., проф., Національний університет  
біоресурсів і природокористування України

**Відповідальний секретар**

**Солоня О.В.** – к.т.н., доц., Вінницький національний  
аграрний університет

**Члени редакційної колегії**

**Адамчук В.В.** – д.т.н., проф., акад. НААН, Національний  
науковий центр "Інститут механізації та електрифікації  
сільськогосподарства"

**Анісімов В.Ф.** – д.т.н., проф., Вінницький національний  
аграрний університет

**Афтаназіє І.С.** – д.т.н., проф., Національний університет  
"Львівська політехніка"

**Бобир М.І.** – д.т.н., проф., Національний технічний  
університет України "Київський політехнічний інститут імені  
Ігоря Сікорського"

**Булгаков В.М.** – д.т.н., проф., акад. НААН, Національний  
університет біоресурсів і природокористування України

**Веселовська Н.Р.** – д.т.н., проф., Вінницький національний  
аграрний університет

**Войтюк Д.Г.** – к.т.н., проф., чл.-кор. НААН, Національний  
університет біоресурсів і природокористування України

**Джемелінський В.В.** – к.т.н., проф., Національний  
технічний університет України "Київський політехнічний  
інститут імені Ігоря Сікорського"

**Дирда В.І.** – д.т.н., проф., Інститут геотехнічної механіки  
імені М.С. Полякова НАН України

**Дудніков А.А.** – к.т.н., проф., Полтавська державна  
аграрна академія

**Зав'ялов В.Л.** – д.т.н., проф., Національний університет  
харчових технологій

**Зінковський А.П.** – д.т.н., проф., Інститут проблем  
міцності імені Г. С. Писаренка НАН України

**Ковбаса В.П.** – д.т.н., проф., Вінницький національний  
аграрний університет

**Костогрив С.Г.** – д.т.н., проф., Хмельницький  
національний університет

**Кузьо І.В.** – д.т.н., проф., Національний університет  
"Львівська політехніка"

**Кушнарьов А.С.** – д.т.н., проф., чл.-кор. НААН, Таврійський  
державний агротехнологічний університет **Мазоренко Д.І.** –  
к.т.н., проф., чл.-кор. НААН, Харківський національний  
технічний університет сільськогосподарства імені Петра  
Василенка

**Матєєв В.В.** – д.ф.-м.н., проф., академік НААН, Інститут  
проблем міцності імені Г.С. Писаренка НАН України

**Матвійчук В.А.** – д.т.н., проф., Вінницький національний  
аграрний університет

**Надуть В.П.** – д.т.н., проф., Інститут геотехнічної  
механіки імені М.С. Полякова НАН України

**Назаренко І.І.** – д.т.н., проф., Київський національний  
університет будівництва і архітектури

**Ольшанський В.П.** – д.ф.-м.н., проф., Харківський  
національний технічний університет сільськогосподарства  
імені Петра Василенка

**Ройzman В.П.** – д.т.н., проф., Хмельницький національний  
університет

**Сілін Р.І.** – д.т.н., проф., Хмельницький національний  
університет

**Струтинський В.Б.** – д.т.н., проф., Національний  
технічний університет України "Київський політехнічний  
інститут імені Ігоря Сікорського"

**Шульженко М.Г.** – д.т.н., проф., Харківська національна  
академія міського господарства

**Цуркан О.В.** – к.т.н. доц., Вінницький національний  
аграрний університет

**Франчук В.П.** – д.т.н., проф., Державний ВНЗ  
"Національний гірничий університет"

**Ярошевич М.П.** – д.т.н., проф., Луцький національний  
технічний університет

**Ярошенко Л.В.** – к.т.н., доц., Вінницький національний  
аграрний університет

**Зарубіжні члени редакційної колегії**

**Бабічев А.П.** – д.т.н., проф., чл.-кор. РАН, Донський  
державний технічний університет (м. Ростов-на-Дону, Росія)

**Блехман І.І.** – д.т.н., проф., акад. РАН, Інститут проблем  
машинознавства РАН (м. Санкт-Петербург, Росія)

**Копилов Ю.Р.** – д.т.н., проф., Воронежський державний  
технічний університет (м. Воронеж, Росія)

**Серга Г.В.** – д.т.н., проф., Кубанський державний аграрний  
університет (м. Краснодар, Росія)

**Субач А.П.** – д.т.н., проф., Ризький технічний університет,  
(м. Рига, Латвія)

**Віба Янес** – д.т.н., проф., Ризький технічний університет  
(м. Рига, Латвія)

**Войнаровський Юзеф** – д.т.н., проф., Силезький  
політехнічний інститут (м. Глівіце, Польща)

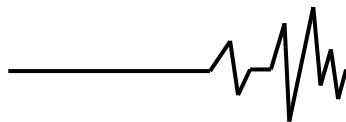
**Яцун С.Ф.** – д.т.н., проф., Курський державний технічний  
університет (м. Курськ, Росія)

Технічний редактор **Кудратова М.В.**

Адреса редакції: 21008, Вінниця, вул. Сонячна 3, Вінницький національний аграрний університет, тел. 46– 00– 03

Сайт журналу: <http://vibrojournal.vsau.org/>

Електронна адреса: [vibrojournal@gmail.com](mailto:vibrojournal@gmail.com)



## З М І С Т

**I. ТЕОРІЯ ПРОЦЕСІВ ТА МАШИН**

<i>Козяр М. М., Зінь І. В., Серілко Л. С., Щурик В. О.</i> АНАЛІТИЧНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ВЛАСНИХ ЧАСТОТ ЗГИННИХ КОЛИВАНЬ В РАМІ ВІБРАЦІЙНО-НОЖОВОГО РОБОЧОГО ОРГАНУ ШНЕКОРОТОРНОГО КАНАЛОКОПАЧА.....	5
<i>Мартиненко Г. Ю., Марусенко О. М.</i> МОЖЛИВОСТІ СТАНДАРТНИХ ПРОГРАМНИХ ЗАСОБІВ З УРАХУВАННЯ ЖОРСТКІСНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ОПОР ПРИ РОЗРАХУНКАХ ДИНАМІКИ РОТОРІВ ТУРБОМАШИН.....	13
<i>Морачковский О. К., Беломятцев А. С., Дружинин Е. И.</i> ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА ПОСТРОЕНИЯ УРАВНЕНИЙ ДИСКРЕТНЫХ ЭЛЕКТРО- МЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ.....	20
<i>Морачковский О. К., Лавінський Д. В.</i> ДЕФОРМУВАННЯ СКЛАДЕНИХ ІНДУКТОРІВ ІЗ ДОПОМІЖНИМ ЕКРАНОМ ПРИ МАГНІТНО-ІМПУЛЬСНІЙ ОБРОБЦІ.....	29
<i>Ройзман В. П., Драч І. В.</i> МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ РІДИННОГО АВТОБАЛАНСУЮЧОГО ПРИСТРОЮ. СУТЬ ЯВИЩА ПАСИВНОГО АВТОБАЛАНСУВАННЯ РОТОРА.....	34

**II. МАШИНОБУДУВАННЯ ТА МАТЕРІАЛООБРОБКА**

<i>Виноградов Б. В., Федин Д. А.</i> О РЕЗОНАНСНЫХ КРУТИЛЬНЫХ КОЛЕБАНИЯХ В ПРИВОДЕ БАРАБАННОЙ МЕЛЬНИЦЫ.....	41
<i>Гуліда Е. М., Паснак І. В., Васильєва О. Е.</i> ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ПОЖЕЖНОГО ВІДЦЕНТРОВОГО НАСОСУ ПН-40УВ.....	48
<i>Дмитрієв Д. О., Русанов С. А., Федорчук Д. Д.</i> МЕТОДОЛОГІЯ СИНТЕЗУ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ З МПС ЗА КРИТЕРІЯМИ ТОЧНОСТІ, ЖОРСТКОСТІ ТА ФУНКЦІОНАЛЬНОСТІ.....	54
<i>Надутый В. П., Ягнюкова И. В., Ягнюков В. Ф., Сухарев В. В.</i> ЗАВИСИМОСТЬ ЭФФЕКТИВНОСТИ КЛАССИФИКАЦИИ НА ВАЛКОВОМ ВИБРАЦИОННОМ КЛАССИФИКАТОРЕ С ГЛАДКИМИ ВАЛКАМИ ОТ ВАРЬИРУЕМЫХ ПАРАМЕТРОВ.....	58
<i>Науменко Ю. В., Дейнека К. Ю.</i> ВПЛИВ СТУПЕНЯ ЗАПОВНЕННЯ ОБЕРТОВОЇ КАМЕРИ НА АВТОКОЛИВАННЯ ЗЕРНИСТОГО ЗАВАНТАЖЕННЯ.....	65
<i>Немчинов С. І.</i> ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ РАМИ ГІДРАВЛІЧНОГО ПРЕСУ ПОВЕРХОВОГО.....	70
<i>Полулях Д. А.</i> РАСПРЕДЕЛЕНИЕ КЛАССОВ КРУПНОСТИ ПРИ ГИДРОМЕХАНИЧЕСКОМ ГРОХОЧЕНИИ РЯДОВОГО УГЛЯ.....	76
<i>Светкіна О. Ю., Франчук В. П., Богданов О. О., Лисицька С. М.</i> ЗАСТОСУВАННЯ ВІБРОТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ МЕХАНОХІМІЧНОЇ АКТИВАЦІЇ ТА ЗНЕВОДНЕННЯ ВАПНЯКУ.....	82
<i>Франчук В. П., Федоскіна Е. В., Кузбаков Ж. И.</i> ПРЕДПОСЫЛКИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВИБРОЩЁКОВЫХ ДРОБИЛОК В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ПРОЦЕССЕ РАЗДЕЛКИ СЛИТКОВ ФЕРРОСПЛАВОВ.....	87

**III. ПЕРЕРОБНІ ТА ХАРЧОВІ ВИРОБНИЦТВА**

<i>Купчук І. М.</i> КОМПРОМІСНА ОПТИМІЗАЦІЯ РЕЖИМНИХ ПАРАМЕТРІВ ПРОЦЕСУ ПОДРІБНЕННЯ ЗЕРНОВОЇ СИРОВИНИ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ ЕТИЛОВОГО СПИРТУ.....	91
<i>Півень М. В.</i> ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОТОКУ СИПКОЇ СУМІШІ НА ВІБРОРЕШЕТІ.....	101
<i>Твердохліб І. В.</i> ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ СТІЙКОЇ РОБОТИ ТЕРКОВОГО ПРИСТРОЮ.....	108
<i>Франчук В. П., Федоскін В. А., Ерисов Н. Н., Корниленко К. И.</i> ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ВИБРОТРАНСПОРТЁРА СУШИЛЬНОЙ.....	119
<i>Яропуд В. М.</i> ТЕПЛОУТИЛИЗАТОР ДЛЯ ТВАРИННИЦЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ.....	124

**IV. ДУМКА МОЛОДОГО ВЧЕНОГО**

<i>Омельянов О. М.</i> ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ МЕХАНІЧНИХ КОЛИВАНЬ В ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСАХ.....	129
------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----



Яропуд В. М.

к.т.н., старший викладач

**Вінницький  
національний аграрний  
університет**

УДК 697.921.4

**ТЕПЛОУТИЛІЗАТОР ДЛЯ  
ТВАРИННИЦЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ**

Забезпечення оптимального мікроклімату в тваринницьких приміщеннях пов'язано зі значними витратами теплової та електричної енергії, на що витрачається до 15 % коштів виробників. Метою є розробка функціональної конструкції і виготовити теплоутилізатор для тваринницьких приміщень і визначити його техніко-технологічні показники роботи. Для забезпечення мікроклімату в тваринницьких приміщеннях виходячи із зазначених технологічних умов і проведеного аналізу конструкцій теплоутилізаторів розроблено дві конструкційно-технологічні схеми тритрубного концентричного теплоутилізатора, які відрізняються напрямками руху потоків повітря: прямогок і протиток. Враховуючи розроблену конструкційно-технологічну схему теплоутилізатора для тваринницьких приміщень створена конструкторська документація і виготовлено експериментальний зразок тритрубного концентричного теплообмінника. Визначені його техніко-технологічні показники роботи: теплова потужність  $\Delta N = 4408 \text{ Вт}$  при наступних конструкційно-режимних параметрах  $L = 8 \text{ м}$ ,  $V = 0,36 \text{ м}^3/\text{с}$ ,  $T_c = 0 \text{ }^\circ\text{C}$ .

**Ключові слова:** мікроклімат, тваринницьке приміщення, теплоутилізатор, дослідження, модель, оптимальні параметри.

**Постановка проблеми.** Ефективність тваринництва безпосередньо залежить від умов утримання тварин, у яких забезпечення оптимального мікроклімату має надзвичайно важливе значення. Так продуктивність тварин на 10-30 % визначається мікрокліматом приміщень. У свою чергу забезпечення оптимального мікроклімату в тваринницьких приміщеннях пов'язано зі значними витратами теплової та електричної енергії, на що витрачається до 15 % коштів виробників [1].

**Аналіз останніх досліджень.** В опалювальний період теплогенеруючі пристрої тваринницьких приміщень різного призначення споживають до 90 % сукупних затрат паливо-енергетичних ресурсів і навіть часткове зниження цих затрат приведе до значного скорочення витрат енергії на виробництво, а значить знизить її собівартість. Постійно зростаюча вартість енергоносіїв ускладнює ситуацію й загострює проблему впровадження енергозберігаючих технологій, а також актуалізує народногосподарську проблему зниження питомих енерговитрат на виробництво продукції тваринництва [2].

**Мета досліджень.** Розробити функціональну конструкцію і виготовити теплоутилізатор для тваринницьких приміщень

і визначити його техніко-технологічні показники роботи.

**Основні результати дослідження.** Для забезпечення мікроклімату в тваринницьких приміщеннях виходячи із зазначених технологічних умов і проведеного аналізу конструкцій теплоутилізаторів розроблено дві конструкційно-технологічні схеми тритрубного концентричного теплоутилізатора, які відрізняються напрямками руху потоків повітря: прямогок (рис. 1, а) і протиток (рис. 1, б) [3].

До технологічних схем тритрубного теплоутилізатора із прямогоком і протитоком входять труби 1, 2 і 3, що встановлені коаксіально, трубка для відводу конденсату 4, яка проходить крізь трубу 3 і розташовується в нижній частині труби 2, викидну шахту 5, що проходить крізь трубу 3, припливний 6 та викидний 7 вентилятори (рис. 1).

Теплоутилізатор здійснює технологічний процес наступним чином. Припливне (холодне) повітря вентилятором 6 подається по внутрішній трубі 1. Вентилятором 7 викидне (тепле) повітря із приміщення нагнітається в простір між трубами 1 і 2, що має кільцевий поперечний перетин.

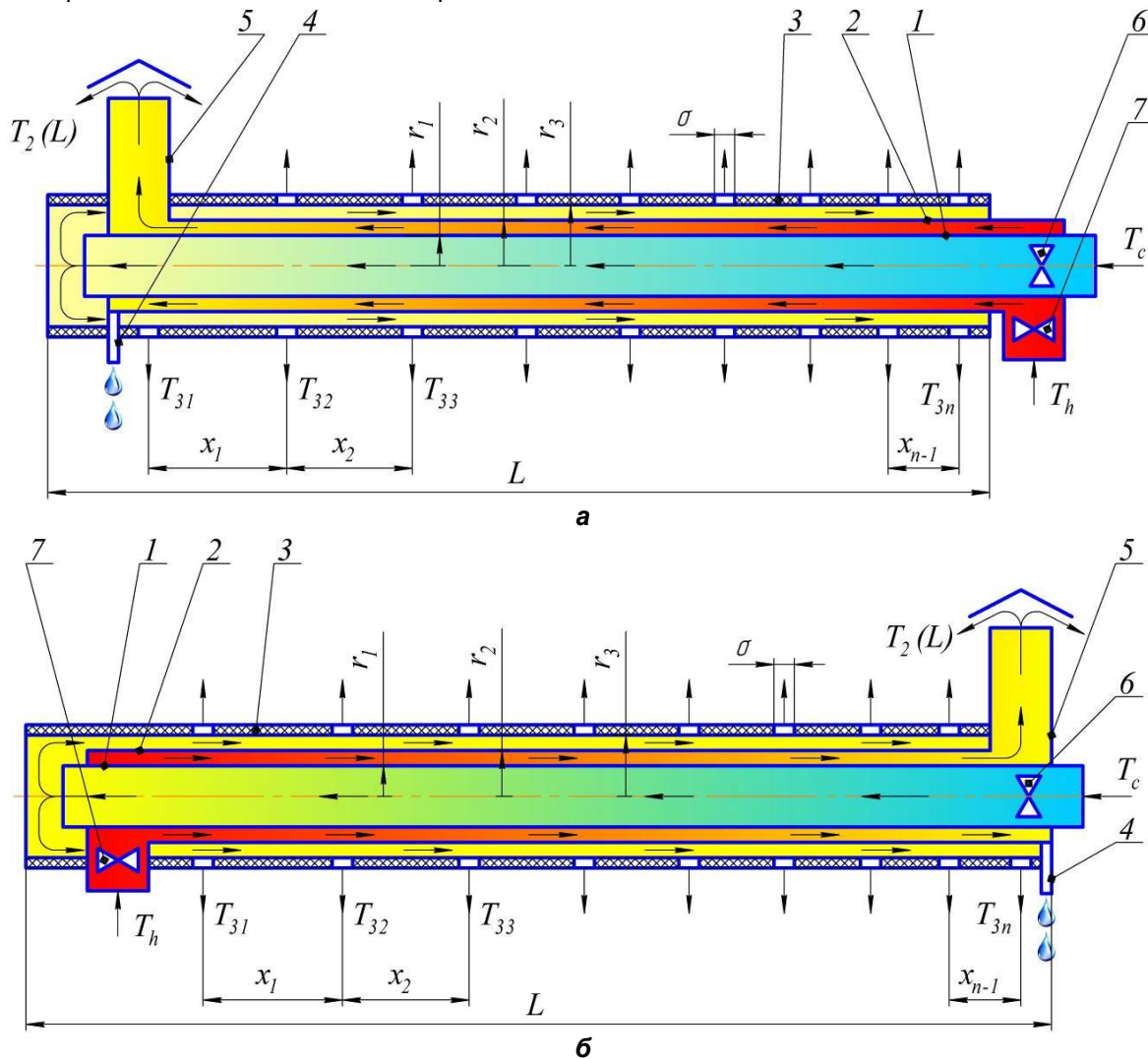
При технологічній схемі із прямогоком



обидва потоки рухаються в одному напрямі до викидної шахти 5, з якої викидне повітря виходить в зовнішнє середовище, а припливне повітря розвертається і продовжує рух в зворотному напрямку в просторі між трубами 2 і 3, що також має кільцевий поперечний перетин.

При технологічній схемі із протитоком

потоки рухаються в протилежному напрямі: викидне повітря виходить в зовнішнє середовище з викидної шахти 5, а припливне повітря розвертається і продовжує рух в зворотному напрямку в просторі між трубами 2 і 3, що також має кільцевий поперечний перетин.



**Рис. 1. Технологічна схема тритрубного теплоутилізатора з основними параметрами: 1, 2, 3 – труби; 4 – трубка для відводу конденсату; 5 – викидна шахта; 6 – припливний вентилятор; 7 – викидний вентилятор**

Таким чином відбувається процес теплообміну між припливним і викидним повітрям через стінки труб 1 і 2, завдяки чому припливне повітря підігрівається на певну величину. При охолодженні викидного повітря на зовнішній поверхні труби 1 і внутрішній поверхні труби 2 утворюється конденсат для відводу якого служить трубка 4. Щоб виключити охолодження повітря в приміщенні поверхня зовнішньої труби 3 теплоізолювана.

Враховуючи розроблену конструкційно-технологічну схему теплоутилізатора для тваринницьких приміщень створена

конструкторська документація і виготовлено експериментальний зразок тритрубного концентричного теплообмінника, технологічна схема якого представлена на рисунку 2, а його загальний вигляд – на рисунку 3 [4]. Експериментальний зразок складається із набору тритрубних модулів, кутових модулів приміщення та зовнішнього середовища, вентилятора і нагрівального елемента. Розроблений експериментальний зразок встановлюються у приміщенні згідно схеми, яка приведена на рисунку 4.

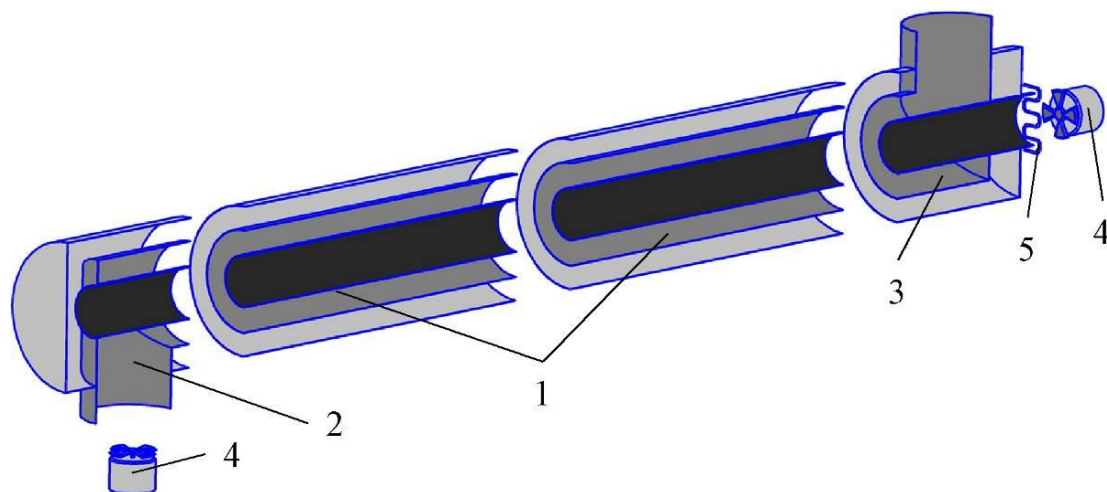
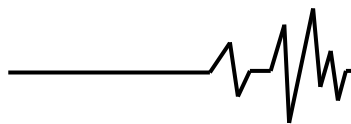


Рис. 2. Технологічна схема експериментального зразка тритрубного концентричного теплообмінника: 1 – тритрубний модуль; 2 – кутовий модуль приміщення; 3 – кутовий модуль зовнішнього середовища; 4 – вентилятор; 5 – нагрівальний елемент



Рис. 3. Загальний вигляд експериментального зразка тритрубного концентричного теплообмінника

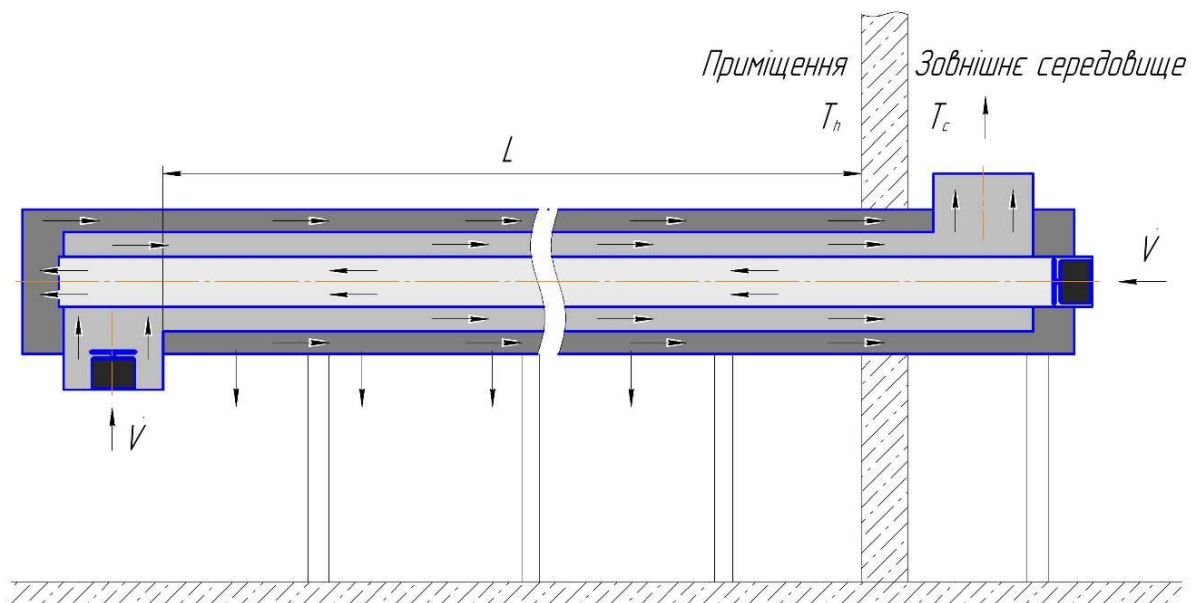
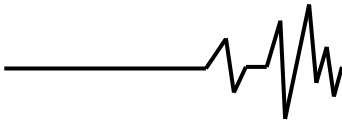


Рис. 4. Схема розміщення експериментального зразка тритрубного концентричного теплообмінника



Оптимізація результатів теоретичних досліджень [5] дозволила визначити залежності конструкційних параметрів теплоутилізатора (довжина  $L$  і радіуси  $r_1$ ,  $r_2$ ,  $r_3$  повітропроводів) від об'ємних витрат повітря, що проходить крізь нього при умові найбільшої корисної теплової потужності:  $L = 14,776 \cdot V + 3,7335$ ,  $r_3 = 0,3619 \cdot V + 0,1523$ ,  $r_2 = 0,686 \cdot r_2$ ,  $r_1 = 0,343 \cdot r_2$  (при температурі навколишнього середовища  $T_c = 0^\circ\text{C}$ ).

В результаті експериментальних досліджень [6, 7] встановлено, що при заданих радіусах повітропроводу теплоутилізатора  $r_3 = 0,2$  м,  $r_2 = 0,137$  м,  $r_1 = 0,069$  м оптимальними значеннями його конструкційно-технологічних параметрів при яких корисна теплова потужність теплоутилізатора максимальна  $\Delta N = 4408$  Вт є  $L = 8$  м,  $V = 0,36$  м<sup>3</sup>/с,  $T_c = 0^\circ\text{C}$ .

**Висновки.** Розроблена функціональна конструкція і виготовлено теплоутилізатор для тваринницьких приміщень і визначені його техніко-технологічні показники роботи: теплова потужність  $\Delta N = 4408$  Вт при наступних конструкційно-режимних параметрах  $L = 8$  м,  $V = 0,36$  м<sup>3</sup>/с,  $T_c = 0^\circ\text{C}$ .

#### Список використаних джерел

1. Ревенко І.І. Проектування механізованих технологічних процесів тваринницьких підприємств: Навч. посібник для студентів вищ. аграр. закладів освіти III-IV рівнів акредитації зі спец. «Механізація сіл. госп-ва» (спеціалізація «Механізація тваринництва») / І.І. Ревенко, В.Д. Роговий, В.І. Кравчук та ін.; За ред. І.І. Ревенка – К.: Урожай, 1999. – 192 с.

2. Пришляк В.М. Особливості використання та перспективи розвитку рекуперативних теплоутилізаторів для тваринницьких приміщень / В.М. Пришляк, В.М. Яропуд // «Земля України – потенціал продовольчої, енергетичної та екологічної безпеки держави»: Матеріали IV міжнародної науково-практичної конференції, 17-18 жовтня 2014 р. у 2-х томах, т.2, м. Вінниця. – Вінниця: РВВ ВНАУ, 2014. – С. 201-205.

3. Пат. 98515 Україна, МПК (2015.01) F24F 5/00. Тритрубний теплоутилізатор / В.М. Яропуд, В.М. Пришляк, О.С. Ковязін, Е.Б. Алієв; заявник і власник патенту В.М. Яропуд – №u201413177; заявл. 08.12.2014; опубл. 27.04.2015, Бюл. №8.

4. Яропуд В.М. Методика інженерного розрахунку параметрів теплоутилізатора для тваринницьких приміщень / В.М. Яропуд, Е.Б. Алієв // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК / Редкол.: С.М. Ніколаєнко (відп. ред.) та ін. – К., 2015. – Вип. 212/2. – С. 214-221.

5. Пришляк В.М. Теоретичні дослідження пневмотрат тритрубного концентричного теплоутилізатора / В.М. Пришляк, В.М. Яропуд, О.С. Ковязін та ін. // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК / Редкол.: С.М. Ніколаєнко (відп. ред.) та ін. – К., 2014. – Вип. 196, ч. 3. – С. 192-199.

6. Яропуд В.М. Експериментальні дослідження раціональної геометрії розташування отворів у повітропроводі теплоутилізатора / В.М. Яропуд // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК / Редкол.: С.М. Ніколаєнко (відп. ред.) та ін. – К., 2015. – Вип. 241. – С. 259-265.

7. Пришляк Виктор. Экспериментальные исследования конструкционно-технологических параметров теплоутилизатора / Виктор Пришляк, Виталий Яропуд // Polish Academy of Sciences University of Engineering and Economics in Rzeszów, - MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture – 2015. Vol. 17. No 3. – 342–347.

#### Список джерел в транслітерації

1. Revenko I.I. Proektuvannya mekhanizovanykh tekhnolohichnykh protsesiv tvarynnyts'kykh pidpryyemstv: Navch. posibnyk dlya studentiv vyshch. ahrar zakladiv osvity III-IV rivniv akredytatsiyi zi spets. «Mekhanizatsiya sil. hosp-va "(spetsializatsiya" Mekhanizatsiya tvarynnyts'tva ") / I.I. Revenko, V.D. Rohovyy, V.I. Kravchuk ta in .; Za red. I.I. Revenka - K .: Urozhay, 1999. - 192 s.

2. Pryshlyak V.M. Osoblyvosti vykorystannya ta perspektyvy rozvytku rekuperatyvnykh teploutylyzatoriv dlya tvarynnyts'kykh prymishchen' / V.M. Pryshlyak, V.M. Yaropud // «Zemlya Ukrayiny - potentsial prodovol'choyi, enerhetychnoyi ta ekolohichnoyi bezpeky derzhavy»: Materialy IV mizhnarodnoyi naukovo-praktychnoyi konferentsiyi, 17-18 zhovtnya 2014 r. u 2-kh tomakh, t.2, m. Vinnytsya - Vinnytsya: RVV VNAU, 2014. - S. 201-205 rr.

3. Pat. 98515 Ukrayina, MPK (2015.01) F24F 5/00. Tritrubnyy teploutylyzator / V.M. Yaropud, V.M. Pryshlyak, O.S. Kovyazin, E.B. Aliyev; zayavnyk i vlasnyk patentu V.M. Yaropud - №201413177; zayavl 12.08.2014; opubl. 27.04.2015 r., Byul. №8.

4. Yaropud V.M. Metodyka inzhenernoho rozrakhunku parametriv teploutylyzatora dlya tvarynnyts'kykh prymishchen' / V.M. Yaropud, YE.B. Aliyev // Naukovyy visnyk Natsional'noho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannya Ukrayiny. Seriya: tekhnika ta enerhetyka APK / Redkol .: S.M. Nikolayenko (vidt. Red.) Ta in. - K.,





2015. - Впр. 212/2. - С. 214-221.

5. Pryshlyak V.M. Teoretychni doslidzhennya pnevmovtrat trytrubnoho kontsentrychnoho teploutilizatora / V.M. Pryshlyak, V.M. Yaropud, O.S. Kovyazin ta in. // Naukovyy visnyk Natsional'noho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannya Ukrainy. Seriya: tekhnika ta enerhetyka APK / Redkol. : С.М. Nikolayenko (vidt. Red.) Ta in. - К., 2014. - Впр. 196, ch. 3. - С. 192-199.

6. Yaropud V.M. Eksperymental'ni doslidzhennya ratsional'noyi heometriyi roztashuvannya vidvoriv u povitroprovodi teploutilizatora / V.M. Yaropud // Naukovyy visnyk Natsional'noho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannya Ukrainy. Seriya: tekhnika ta enerhetyka APK / Redkol. : С.М. Nikolayenko (vidt. Red.) Ta in. - К., 2015. - Впр. 241. - С. 259-265.

7. Pryshlyak Viktor. Eksperymental'ni doslidzhennya konstruktsiyno-tekhnolohichnykh parametriv teploutilizatora / Viktor Pryshlyak, Vitaliy Yaropud // Pol's'ka akademiya nauk, Inzhenerno-ekonomichnyy universytet, m. Zheshuv, - MOTOR. Komisiya z avtomobilizatsiyi ta enerhetyky v sil's'komu hospodarstvi - 2015. Tom. 17. № 3. - 342-347.

#### ТЕПЛОУТИЛИЗАТОР ДЛЯ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ

**Аннотация.** Обеспечение оптимального микроклимата в животноводческих помещениях связано со значительными затратами тепловой и электрической энергии, на что тратится до 15 % средств производителей. Целью является разработка функциональной конструкции и изготовление теплоутилизаторов для животноводческих помещений и определения его технико-технологические показатели работы. Для обеспечения микроклимата в животноводческих помещениях исходя из указанных технологических условий и проведенного анализа конструкций теплоутилизаторов разработаны две конструкционно-технологические схемы трехтрубного концентрического

теплоутилизатора, которые отличаются направлением движения потоков воздуха: прямоток и противоток. Учитывая разработанную конструкционно-технологическую схему теплоутилизатора для животноводческих помещений создана конструкторская документация и изготовлен экспериментальный образец трехтрубного концентрического теплообменника. Определены его технико-технологические показатели работы: тепловая мощность  $\Delta N = 4408 \text{ Вт}$  при следующих конструкционно-режимных параметрах  $L = 8 \text{ м}$ ,  $V = 0,36 \text{ м}^3/\text{с}$ ,  $T_c = 0 \text{ }^\circ\text{C}$ .

**Ключевые слова:** микроклимат, животноводческое помещение, теплоутилизатор, исследования, модель, оптимальные параметры.

#### HEAT EXCHANGER FOR LIVESTOCK FARMS

**Annotation.** Providing optimal microclimate in animal housing is associated with significant costs of heat and electricity, which is spent up to 15% of producers' costs. The purpose is to develop a functional design and make a heat utilizer for livestock buildings and determine its technical and technological performance. In order to provide the microclimate in the livestock premises, based on the indicated technological conditions and the analysis of the design of heat utilizers, two design and technological schemes of the three-pipe concentric heat exchanger have been developed, which differ in directions of movement of air flows: rectangular and antinodes. Taking into account the developed design and technological scheme of the heat utilizer for livestock buildings, design documentation was created and an experimental sample of a three-pipe concentric heat exchanger was manufactured. Its technical and technological parameters are determined: thermal power  $\Delta N = 4408 \text{ Bm}$  at the following structural-mode parameters  $L = 8 \text{ м}$ ,  $V = 0,36 \text{ м}^3/\text{с}$ ,  $T_c = 0 \text{ }^\circ\text{C}$ .

**Key words:** climate, livestock buildings, heat exchanger, a study model, the optimal parameters.

#### Відомості про авторів

**Яропуд Віталій Миколайович** – кандидат технічних наук, старший викладач кафедри сільськогосподарських машин Вінницького національного аграрного університету (вул. Сонячна, 3, м. Вінниця, Україна, 21008, e-mail: yaropud77@gmail.com).

**Яропуд Віталій Николаевич** – кандидат технічних наук, старший преподаватель кафедри сельскохозяйственных машин Винницкого национального аграрного университета (ул. Солнечная, 3, г. Винница, Украина, 21008, e-mail: yaropud77@gmail.com).

**Yaropud Vitaliy** – Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer of the Department of Agricultural Machines of Vinnytsia National Agrarian University (St. Soniachna, 3, Vinnytsia, Ukraine, 21008, e-mail: yaropud77@gmail.com).