



**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ  
АСОЦІАЦІЯ ІНЖЕНЕРІВ ПО ВЕНТИЛЯЦІЇ, ОПАЛЕННЮ ТА  
КОНДИЦІОНУВАННЮ «АВОК України»  
СПІЛКА ХОЛОДИЛЬЩИКІВ УКРАЇНИ  
МІЖНАРОДНА АКАДЕМІЯ ХОЛОДУ**

**XI Всеукраїнська науково-технічна конференція  
XI Всеукраинская научно-техническая конференция  
XI International scientific conference**

**СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ХОЛОДИЛЬНОЇ ТЕХНІКИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ  
СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ХОЛОДИЛЬНОЙ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ  
MODERN PROBLEMS OF REFRIGERATION EQUIPMENT AND TECHNOLOGY**

**21-22 вересня 2017 року**

**ЗБІРНИК ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ**



**ОДЕСА 2017**

УДК 621.565 (075.6)

**Сучасні проблеми холодильної техніки та технології** / Збірник тез доповідей XI Всеукраїнської науково-технічної конференції. – Одеса: ОНАХТ, 2017. – 243 с.

У збірнику наведені матеріали XI Всеукраїнської науково-технічної конференції «Сучасні проблеми холодильної техніки та технології» та розглянуто різні аспекти науково-технічних питань, пов'язаних з проектуванням, виготовленням та експлуатацією холодильного обладнання різного призначення, дослідженням робочих тіл та процесів в елементах холодильних та криогенних систем, застосуванням нано та когенераційних технологій, використанням холоду в харчових технологіях, застосуванням і впровадженням нетрадиційних джерел енергії.

В сборнике представлены материалы XI Всеукраинской научно-технической конференции «Современные проблемы холодильной техники и технологии» и рассмотрены различные аспекты научно-технических вопросов, связанных с проектированием, изготовлением и эксплуатацией холодильного оборудования различного назначения, исследованием рабочих тел и процессов в элементах холодильных и криогенных систем, применением нано и когенерационных технологий, использованием холода в пищевых технологиях, применением и внедрением нетрадиционных источников энергии.

Рекомендовано до видання Вченою Радою Одеської національної академії харчових технологій протоколом №6 від 07.11.2017 р.

Відповідальність за достовірність інформації несе автор публікації.  
Матеріали публікуються мовою оригінала, наданого автором.

**Голова конференції – Єгоров Богдан Вікторович** – ректор Одеської національної академії харчових технологій, член-кореспондент НААН України, Заслужений діяч науки і техніки, д-р техн. наук, професор.

**Заступник голови – Косой Борис Володимирович** – директор Інституту холоду, кріотехнологій та екоенергетики ім. В.С. Мартиновського, д-р техн. наук, професор.

Члени наукового комітету:

Хмельнюк М.Г. – зав. кафедрою холодильних установок і кондиціонування повітря ОНАХТ, академік Міжнародної академії холоду, д-р техн. наук, професор.

Лагутін А.Є – академік Міжнародної академії холоду, д-р техн. наук, професор.

Морозюк Л.І. – д-р техн. наук, професор.

Желєзний В.П. – зав. кафедрою теплофізики та прикладної екології ОНАХТ, д-р техн. наук, професор.

Симоненко Ю.М. – зав. кафедрою криогенної техніки ОНАХТ, д-р техн. наук, професор.

Мілованов В.І. – зав. кафедрою компресорів та пневмоагрегатів ОНАХТ, заслужений діяч науки і техніки України, д-р техн. наук, професор.

Радченко М.І. – зав. кафедрою кондиціонування і рефрижерації НУК, академік Міжнародної академії холоду, д-р техн. наук, професор.

Бондаренко В.Л. – д-р техн. наук, професор.

Лавренченко Г.К. – д-р техн. наук, професор.

Семенюк В.О. – к.т.н., директор НВФ «Терміон».

#### **ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ**

Голова – проф. Хмельнюк М.Г.

Науковий секретар – к.т.н. Зімін О.В.

Члени – к.т.н. Буданов В.О., к.т.н. Яковлева О.Ю., к.т.н. Желіба Ю.О., к.т.н. Стоянов П.Ф., к.т.н. Остапенко О.В., к.т.н. Ерін В.А., к.т.н. Гайдук С.В., к.т.н. Соколовская В.В., к.т.н. Подмазко І.О., к.т.н. Федоров О.Г.

## ТЕМИ ДОКЛАДОВ ПЛЕНАРНОГО ЗАСІДАННЯ

### **1. 30 РОКІВ МОНРЕАЛЬСЬКОГО ПРОТОКОЛУ. СТРАТЕГІЇ В СФЕРІ ОБІГУ ОЗОНОРУЙНУЮЧИХ ХОЛОДОАГЕНТІВ**

Возний В.Ф., к.т.н., президент ВГО «Спілка холодильщиків України»

### **2. РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ І СПОЖИВАННІ РІДКІСНИХ ГАЗІВ**

Бондаренко В.Л., доктор техн. наук, професор, МДТУ ім. М. Е. Баумана, м. Москва;

Биканов О.М., «KLA–Tencor Corporation», Milpitas, California, USA;

Симоненко Ю.М., доктор техн. наук, професор, ОНАПТ, м. Одеса

Чигрин А.А., інженер-технолог, ООО «Кріоін Інжиніринг», м. Одеса;

e-mail: [ysim1@yandex.ua](mailto:ysim1@yandex.ua)

### **3. ТЕХНОЛОГИИ КОМБИНИРОВАННОГО ПРОИЗВОДСТВА ЭНЕРГИИ, ТЕПЛА И ХОЛОДА: РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ НА КАФЕДРЕ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ И РЕФРИЖЕРАЦИИ НУК ИМ. АДМИРАЛА МАКАРОВА**

Радченко Н.И. доктор техн. наук, професор, Национальный университет кораблестроения им. адмирала Макарова, г. Николаев, [nirad50@gmail.com](mailto:nirad50@gmail.com)

### **4. КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА МАШИННОГО ОТДЕЛЕНИЯ УСТАНОВКИ АВТОНОМНОГО ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ**

Трушляков Е.И., к.т.н., доц., Радченко А.Н., к.т.н., доц., Грич А.В., к.т.н., ассистент

Национальный университет кораблестроения им. адмирала Макарова, г. Николаев,

[nirad50@gmail.com](mailto:nirad50@gmail.com)

### **5. СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В СВЕТЕ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ. СОЛНЕЧНЫЕ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ АБСОРБЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ ТЕПЛО-ХЛАДОСНАБЖЕНИЯ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА**

А.В. Дорошенко, доктор техн. наук, професор кафедры термодинамики и возобновляемой энергетики

### **6. ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ ПРИ ВЫБОРЕ КОМПРЕССОРА. СРАВНЕНИЕ СОВРЕМЕННОГО ВИНТОВОГО И ПОРШНЕВОГО КОМПРЕССОРОВ**

В. Гринько Региональный представитель J&E Hall и GEA BOCK/Генеральный директор ООО «Еврокул

## ЗМІСТ

<b>СЕКЦІЯ № 1. ХОЛОДИЛЬНІ УСТАНОВКИ. КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ.</b>		<b>стр.</b>
<b>ХОЛОДИЛЬНА ТЕХНОЛОГІЯ</b>		
<b>1.</b>	<b>EFFICIENCY OF REFRIGERATING EJECTOR SYSTEMS FOR CONDENSATION OF LIQUID HYDROCARBONS OF OIL PRODUCTS</b> I. D. Butovskyi, V. E. Kogut	<b>11</b>
<b>2.</b>	<b>MATHEMATICAL MODEL OF VAPOUR CONDENSATION IN THE CONTACT HEAT EXCHANGER</b> I. D. Butovskyi	<b>14</b>
<b>3.</b>	<b>ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ШТУЧНОГО ОХОЛОДЖЕННЯ ОБОРОТНОЇ ВОДИ У СОДОВОМУ ВИРОБНИЦТВІ</b> Цейтлін М.А., Райко В.Ф.	<b>15</b>
<b>4.</b>	<b>ВПЛИВ РІЗНИЦІ ТЕМПЕРАТУР МІЖ ВНУТРІШНІМ І ПРИПЛИВНИМ ПОВІТР'ЯМ НА ЕКСЕРГЕТИЧНИЙ ККД СИСТЕМИ КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТР'Я ОПЕРАЦІЙНИХ ЧИСТИХ КІМНАТ</b> Гарасим Д.І., Лабай В.Й.	<b>18</b>
<b>5.</b>	<b>ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ПОВІТР'ЯНОГО СЕРЕДОВИЩА В ОБ'ЄМІ ХОЛОДИЛЬНИХ КАМЕР ДЛЯ ЗБЕРЕЖЕННЯ ОВОЧІВ</b> Кудрін О.Б., Данько В.П.	<b>20</b>
<b>6.</b>	<b>РОЗРОБКА ТА АНАЛІЗ ПРИНЦИПОВИХ МОЖЛИВОСТЕЙ НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНИХ ВОДООХОЛОДЖУВАЧІВ ВИПАРНОГО ТИПУ</b> Дорошенко А.В., Цапушел А.М., Іванова Л.В.	<b>22</b>
<b>7.</b>	<b>АНАЛІЗ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ БАГАТОЗОНАЛЬНИХ VRF СИСТЕМ КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТР'Я</b> Піщанська Н.О., Подмазко І.О.	<b>25</b>
<b>8.</b>	<b>ЗАСТОСУВАННЯ ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В СИСТЕМАХ ТЕРМОСТАТУВАННЯ ДЛЯ ЖОРСТКИХ КЛІМАТИЧНИХ УМОВ</b> А. В. Лоза, Ю. А. Єланський, В. Н. Покатаєв	<b>28</b>
<b>9.</b>	<b>ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕПЛОВИЗОРА В ДИАГНОСТИКЕ ХОЛОДИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ</b> Жук Н.П.	<b>29</b>
<b>10.</b>	<b>ТРАНСПОРТНИЙ РЕФРИЖЕРАТОР НА БАЗІ АВТОМОБІЛЮ ГАЗЕЛЬ ГАЗ-3302</b> Коломієць О.В., Сухий К.М.	<b>32</b>
<b>11.</b>	<b>ХОЛОДИЛЬНІ УСТАНОВКИ І ЕКОЛОГІЯ</b> Зацеркляний М.М., Столевич Т.Б.	<b>34</b>
<b>12.</b>	<b>АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ ЗАСТОСУВАННЯ ПОБУТОВИХ ХОЛОДИЛЬНИХ ПРИЛАДІВ ДЛЯ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ, НАПІВФАБРИКАТІВ І СИРОВИНИ</b> Приймак В.Г.	<b>36</b>
<b>13.</b>	<b>РОЗРОБКА СИСТЕМ ОТРИМАННЯ ВОДИ З АТМОСФЕРНОГО ПОВІТР'Я</b> Озолін М.Є., Осадчук Є.О., Мазуренко С.Ю.	<b>37</b>
<b>14.</b>	<b>ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ АЕРОДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПАКЕТІВ ТРУБ З НАХИЛЕНИМИ ПОПЕРЕЧНИМИ РЕБРАМИ</b> Князюк В.І., Лагутін А.Ю., Стоянов П.Ф., Гоголь М.І.	<b>39</b>
<b>15.</b>	<b>ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОПАНА В БЫТОВОМ КОНДИЦИОНИРОВАНИИ</b> Жук Н.П.	<b>42</b>
<b>16.</b>	<b>ВИМОГИ ДО КЛІМАТИЧНОГО ОБЛАДНАННЯ ТИПОВИХ БІОЛАБОРАТОРІЙ ТА БІОФАБРИК, ЩО ЗДІЙСНЮЮТЬ ВИРОБНИЦТВО ЕНТОМОФАГІВ</b> Піщанська Н.О., Бельченко В.М.	<b>44</b>
<b>17.</b>	<b>АНАЛІЗ РОЗРАХУНКУ ТЕПЛОВОЛОГІСНИХ НАВАНТАЖЕНЬ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ СИСТЕМИ ЗАБЕСПЕЧЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ ПРИМІЩЕНЬ ЕНТОМОЛОГІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА</b> Піщанська Н.О., Подмазко І.О.	<b>45</b>
<b>18.</b>	<b>ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ РОБОТИ ОХОЛОДЖУВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ НА РІЗНИХ РОБОЧИХ РЕЧОВИНАХ</b> Подмазко О.С., Подмазко І.О.	<b>46</b>
<b>19.</b>	<b>РЕФІТ (РЕТРОФІТ) ХОЛОДИЛЬНИХ АГЕНТІВ, ТА ЙОГО НЕОБХІДНІСТЬ У ФРЕОНОВИХ ОХОЛОДЖУВАЛЬНИХ СИСТЕМАХ</b> Подмазко О.С.	<b>48</b>
<b>20.</b>	<b>ТРИВИМІРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ НЕСТАЦІОНАРНОГО ТЕПЛООБМІНУ В ЕЛЕМЕНТАХ АКУМУЛЯТОРІВ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ</b> Р.В. Грищенко, А.В. Форсюк, Я.І. Засядько, О.Ю. Пилипенко, Р.І. Колодзінський	<b>50</b>

УДК. 621.184.

## ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ АЕРОДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПАКЕТІВ ТРУБ З НАХИЛЕНИМИ ПОПЕРЕЧНИМИ РЕБРАМИ

Князюк В.І., Лагутін А.Ю., Стоянов П.Ф., Гоголь М.І.

Одеська національна академія харчових технологій, Одеса, palfomich@gmail.com

Експериментальні роботи присвячені дослідженню тепло-аеродинамічних характеристик поверхонь теплообміну з нахиленими ребрами [1; 2] підтвердили факт підвищення енергетичних характеристик таких поверхонь. В даній роботі запропоновано альтернативний варіант компоновки теплообмінного пакету. Оригінальність даного технічного рішення підтверджена отриманим патентом на винахід [3]. Для визначення можливих умов підвищення енергетичної ефективності теплообмінної поверхні, на базі застосування нахиленого оребрення, були проведенні дослідження при варіюванні орієнтації оребрених поверхонь відносно напрямку потоку повітря.

Дослідження теплообміну та аеродинамічного опору обраних поверхонь виконано в умовах примусової конвекції в аеродинамічній трубі розімкнутого типу прямокутного перерізу. Аеродинамічний опір досліджуваних пакетів труб ( $\Delta P$ ) визначався в ізотермічних умовах по різниці значень статичних тисків, що вимірювались до і після робочої ділянки із допомогою мікроманометра із нахилою шкалою типу ММН-240 (5)-1,0. Витрату повітря в каналі аеродинамічної труби визначали двома незалежними методами, із допомогою термоанемометра Mastercool 52235 встановленого на вході і по тепловому балансу. Розходження значень швидкості потоку повітря, що були отримані обома способами не перевищували  $\pm 0,1$  м/с.

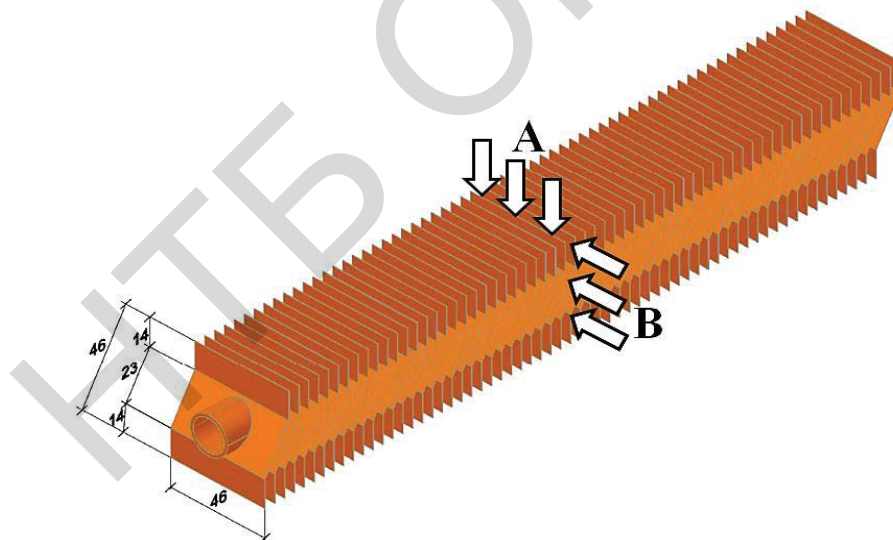


Рис.1. Варіанти розміщення ребер відносно руху повітря.

Із врахуванням геометричних особливостей нахилених ділянок оребрення в роботі досліджувались пакети труб при різних варіантах обтікання ребер щодо потоку повітря. При будь-якому із розглянутих варіантів розміщення ребер забезпечувалось обтікання елемента труби по еліпсу, а змінювалася лише приведена довжина ребра вздовж потоку повітря. Для варіантів А і В вона, відповідно, складала 51 і 46 мм. (рис.1).

Варіанти В мають менші розбіжності перепадів тиску при збільшенні швидкості, тому практично не залежать від зміни повздовжнього кроку труб в діапазоні  $S_2=0,05\div 0,06$ м.

Табл. 1. Характеристики труб

Показники	Номер пакета труб									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Позначення	○	●	◻	◐	△	▲	◇	◆	□	■
Розміщення труб в пакеті: К – коридорне, Ш – шахове	К	К	К	К	Ш	Ш	Ш	Ш	Ш	Ш
Поперечний крок труб – $S_1$ м.	0,050				0,050					
Повздовжній крок труб – $S_2$ м.	0,050				0,060		0,055		0,050	
Число труб по глибині пакета - z, шт.	4		6		4		4		4	
Варіант розміщення ребер відносно напряму потоку повітря (див. рис 1)	А	В	А	В	А	В	А	В	А	В
Коефіцієнт компактності – $\Pi$ , м <sup>2</sup> /м <sup>3</sup>	391				326		356		391	
Відношення площ живого перерізу пакета труб до вільного перерізу, ( $F_{жп}/F_{вп}$ )	0,59				0,59					
Довжина ребра вздовж потоку повітря, - L, мм	51	46	51	46	51	46	51	46	51	46

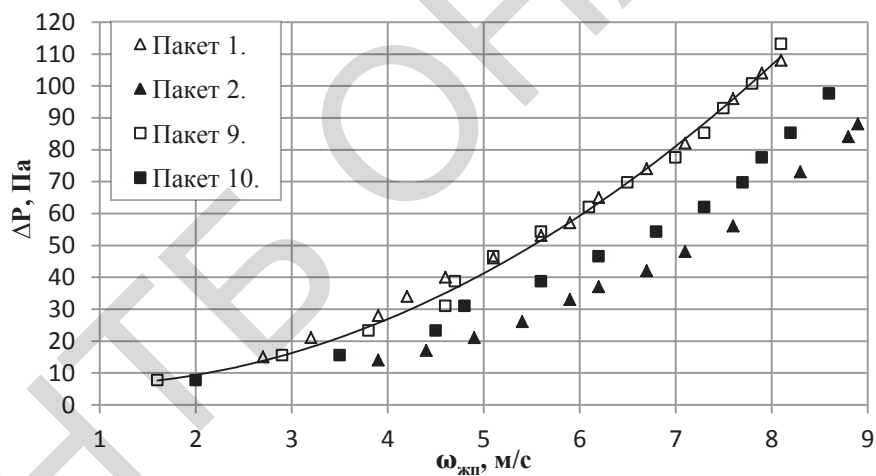
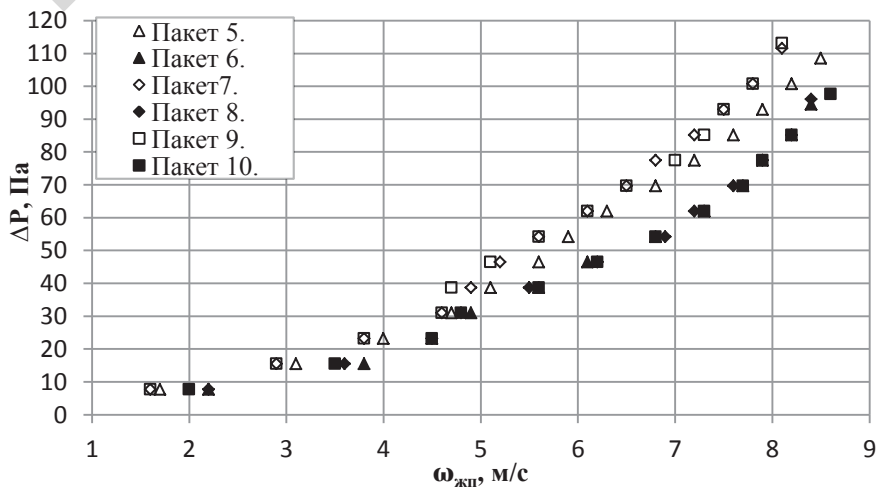
Рис. 2. Залежності  $\Delta P = f(\omega_{жп})$  для чотирьохрядних коридорних (пакети № 1, 2) та шахових (пакети № 9, 10) пакетів труб

Рис. 3. Залежності  $\Delta P = f(\omega_{\text{жп}})$  для чотирьохрядних шахових пакетів труб

Серія експериментів дозволила провести порівняння аеродинамічного опору оребраних пакетів труб із нахиленими ребрами для коридорної та шахової компоновки. Із графіка 2 очевидно, що компоновання пакетів труб практично не впливає на їх аеродинамічний опір повітря, який більше залежить від орієнтування ребра відносно руху повітря чим від компоновки оребраних труб в пакеті.

Результати аеродинамічних досліджень 4-х рядних пакетів оребраних труб узагальнені робочими залежностями виду

$$\Delta P = C \cdot \omega_{\text{жп}}^n \quad (1)$$

Коефіцієнти рівняння (1) приведені в таблиці 2. Область застосування рівнянь можна прийняти по графікам, представленим на рис. 2, 3.

Табл. 2. Коефіцієнти рівняння (1)

Коефіцієнти рівняння	Номера пакетів труб			
	1	2	6, 8, 10	5, 7, 9
C	0,73	0,30	0,41	0,67
n	1,69	1,89	1,84	1,72
R <sup>2</sup>	0,982	0,972	0,985	0,977

де R - коефіцієнти детермінації.

Із аналізу результатів проведених аеродинамічних досліджень, можна стверджувати, що кращі аеродинамічні характеристики має коридорний пакет труб №2. Проте, очевидної переваги коридорної компоновки над шаховою не спостерігалось, максимальне відмінність, згаданих вище компоновок, коливалась в межах 3,2% ÷ 17,5%. Крім того, варіант орієнтації ребер (B), з точки зору втрати напору, більш перспективний ніж варіант (A).

### Список літератури

1. Лагутин А.Е., Князюк В.И., Стоянов П.Ф. Исследование аэродинамического сопротивления пакетов труб с поперечными наклонными ребрами // Холодильна техніка і технологія. – 2012, № 1(135). – с.28-32.
2. Лагутин А.Е., Стоянов П.Ф. Численное исследование аэродинамических характеристик поверхностей теплообмена с поперечными наклонными ребрами // Problemele energeticii regionale. Acadenia de stiinte a Moldovei Institutul Energetica. – 2016. - №3(32). -С.91-100
3. Патент на винахід " Теплообмінний пакет" Лагутін А.Ю., Князюк В.І., Стоянов П.Ф. № 107745 С2 Україна, МПК F28F 1/24 (2006.01); заявка від 01.07.2013 а 2013 08245; опубл. 12.01.2015, Бюл. №1