



**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 ВОСК/Генеральный директор ООО «Еврокул

<b>СЕКЦІЯ № 1. ХОЛОДИЛЬНІ УСТАНОВКИ. КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ.</b>		<b>стр.</b>
<b>ХОЛОДИЛЬНА ТЕХНОЛОГІЯ</b>		
21.	<b>ПЕРВИННІ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДАНІ ЛЬОДОУТВОРЕННЯ НА ВЕРТИКАЛЬНІЙ ТРУБІ ЗА ЇЇ БЕЗПОСЕРЕДНЬОГО ОХОЛОДЖЕННЯ ТА ВІЛЬНОЇ КОНВЕКЦІЇ ВОДИ</b> Колодзінський Р.І., Пилипенко О.Ю., Форсюк А.В., Засядько Я.І., Грищенко Р.В.	53
22.	<b>ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ОХОЛОДЖЕННЯ ПРИПЛИВНОГО ПОВІТРЯ МАШИННОГО ВІДДІЛЕННЯ ГАЗОПОРШНЕВОЇ УСТАНОВКИ АВТОНОМНОГО ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ</b> Грич А.В.	55
23.	<b>ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ БЕЗПРОВІДНОГО ЗВ'ЯЗКУ ZIGBEE ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ЦЕНТРАЛІЗОВАНИХ СИСТЕМ ХОЛОДОПОСТАЧАННЯ</b> Миرونчук О.Ю.	57
24.	<b>ВДОСКОНАЛЕНА УСТАНОВКА НА БАЗІ ГАЗОВОГО ДИГУНА З АБСОРБЦІЙНО-АДСОРБЦІЙНИМ ТЕРМОТРАНСФОРМАТОРОМ</b> Остапенко О. В.	61
25.	<b>ВПЛИВ ВОЛОГОСТІ ПОВІТРЯ НА ТЕРМОЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ КОНДИЦІОНЕРІВ</b> Кузнецов М. О., Харлампіді Д. Х., Тарасова В. О.	63
26.	<b>ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ КИПЕНИЯ ХОЛОДИЛЬНОГО АГЕНТА НА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ХОЛОДИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ</b> Ольшамовский В.С., Гоголь Н.И.	66
27.	<b>МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ПРОЕКТУВАННЯ СТАЦІОНАРНИХ СИСТЕМ ТЕРМОСТАТУВАННЯ РАКЕТ КОСМІЧНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ НА НИЗЬКО - І ВИСОКОКИПЛЯЧИХ КОМПОНЕНТАХ ПАЛИВА</b> С.О. Бігун	69
28.	<b>ОСУШЕНИЕ ВОЗДУХА В СИСТЕМАХ ТЕРМОСТАТИРОВАНИЯ КОСМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ ВО ВРЕМЯ ПРЕДСТАРТОВОЙ ПОДГОТОВКИ</b> Бигун С.А., Лагутин А.Е., Демьяненко Ю.И., Гоголь Н.И.	70
29.	<b>АНАЛИЗ УДЕЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ВОЗДУХООХЛАДИТЕЛЯ НА РЕЖИМАХ ОПРЕДЕЛЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЕЙ ХОЛОДИЛЬНОГО ХРАНЕНИЯ</b> Козаченко И. С., Лагутин А.Е	72
30.	<b>ЗАМІНА ПОВІТРЯНОГО КОНДЕНСАТОРА ВЕЛИКОТОННАЖНОЇ АМІАЧНОЇ ХОЛОДИЛЬНОЇ УСТАНОВКИ ВОДЯНИМ</b> Вассерман О.А., Слинько О.Г.	75
31.	<b>ИССЛЕДОВАНИЕ РОТОРНО-ЛОПАСТНОЙ ГАЗОВОЙ ХОЛОДИЛЬНОЙ МАШИНЫ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ УМЕРЕННОГО ХОЛОДА</b> Трандафилов В.В., Хмельнюк М. Г.	76
32.	<b>АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ І МОДЕЛЕЙ РОЗРАХУНКУ СТУПЕНЯ НЕБЕЗПЕКИ ТА ОЦІНКА РІВНЯ РИЗИКУ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ПРОМИСЛОВИХ ХОЛОДИЛЬНИХ СИСТЕМ</b> Сливинська М.В., Желіба Ю.О., к.т.н., Желіба Т.А.	78
33.	<b>ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ БІНАРНОГО ЛЬОДУ ЯК ХОЛОДОНОСІЯ НА СУДАХ РИБНОГО ФЛОТУ</b> Зімін О. В.	81
34.	<b>ОХЛАЖДЕНИЕ ВОЗДУХА НА ВХОДЕ ГАЗОТУРБИНЫХ УСТАНОВОК КОМПРЕССОРНЫХ СТАНЦИЙ ТЕПЛОИСПОЛЬЗУЮЩИМИ ХОЛ. МАШИНАМИ В УСЛОВИЯХ УМЕРЕННОГО КЛИМАТА</b> Радченко А.Н., Портной Б.С.	83
35.	<b>ОХЛАЖДЕНИЕ ВОЗДУХА НА ВХОДЕ ГЛАВНОГО ДВИГАТЕЛЯ ТРАНСПОРТНОГО СУДНА ЭЖЕКТОРНОЙ ХОЛОДИЛЬНОЙ МАШИНОЙ С ТЕПЛЫМ НАСОСОМ</b> Радченко Н.И, Калиниченко И.В.	86
36.	<b>ОХЛАЖДЕНИЕ НАДДУВОВОГО ВОЗДУХА ГЛАВНОГО ДИЗЕЛЯ ТРАНСПОРТНОГО СУДНА ТЕПЛОИСПОЛЬЗУЮЩЕЙ ХОЛОДИЛЬНОЙ МАШИНОЙ</b> Богданов Н.С	88
37.	<b>ОХЛАЖДЕНИЯ ВОЗДУХА НА ВХОДЕ ГАЗОТУРБИНОЙ УСТАНОВКИ С АККУМУЛЯЦИЕЙ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОЛУЧЕННОГО КОНДЕНСАТА</b> Прядко А.С.	90
38.	<b>ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ХОЛОДИЛЬНОЇ ОБРОБКИ НА ЯКІСТЬ ПЛОДОВИХ СОКІВ ПРИ ЇХ ВИРОБНИЦТВІ</b> Загорко Н.П., Тарасенко В.Г., Буденко С.Ф.	93
39.	<b>ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ МАЛОШУМЯЩИЕ ХОЛОДИЛЬНЫЕ АГРЕГАТЫ С ОТТАЙКОЙ ГОРЯЧИМ ГАЗОМ</b> Липневич Д. В	95

УДК 621.565.2:4

## ПЕРВИННІ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДАНІ ЛЬОДОУТВОРЕННЯ НА ВЕРТИКАЛЬНІЙ ТРУБІ ЗА ЇЇ БЕЗПОСЕРЕДЬНОГО ОХОЛОДЖЕННЯ ТА ВІЛЬНОЇ КОНВЕКЦІЇ ВОДИ

Колодзінський Р.І., Пилипенко О.Ю., Форсюк А.В., Засядько Я.І., Грищенко Р.В., Національний  
університет харчових технологій, м. Київ, [kolodzinsky.r@gmail.com](mailto:kolodzinsky.r@gmail.com)

Акумуляція холоду методом періодичного накопичення льоду на теплообмінній поверхні є тривалою та затратною. З метою зменшення експлуатаційних витрат при намерозуванні льоду є доцільним визначити граничні умови процесу «зарядки» акумулятора, а саме: оптимальний час кристалізації та товщина накопиченого льоду за певних температур процесу.

Для досягнення поставленої мети проведено ряд експериментальних досліджень процесу льодоутворення на вертикальній трубі за її безпосереднього охолодження хладоном-22 та вільної конвекції води. Експерименти виконано на установці та за методикою описаній в [1]. Початкова температура води визначалася планом експерименту і обиралася з діапазону від  $+2^{\circ}\text{C}$  до  $+10^{\circ}\text{C}$ . Кристалізація льоду відбувалася за температур випаровування холодильного агенту  $-10^{\circ}\text{C}$ ,  $-15^{\circ}\text{C}$  та  $-20^{\circ}\text{C}$ . Початком експерименту вважався момент появи перших кристалів льоду або досягнення тиску випаровування хладоном заданого значення. Його закінченням – досягнення товщини льоду асимптотичного значення.

Покази температур та тисків визначалися та реєструвалися автоматизованою системою зібраною на базі первинних перетворювачів I-7018. Запис даних проводився з кроком в 5 секунд.

Тиск випаровування підтримувався сталим, а установка працювала в стаціонарному режимі. Зазвичай досягнення сталого тиску відбувалося в продовж  $2\div 5$  хв., що в порівнянні з часом експерименту, а це  $150\div 210$  хв., є несуттєвим (рис. 1). Значна зміна тиску в трубах дослідних ділянок пояснюється заповненням останніх холодоагентом та одночасним значним надходженням теплоти від інтенсивної кристалізації. Після досягнення повного заповнення випарних труб хладоном та стабілізації тиску випаровування зміна температури холодоносія коливалась у межах  $2\text{K}$ .

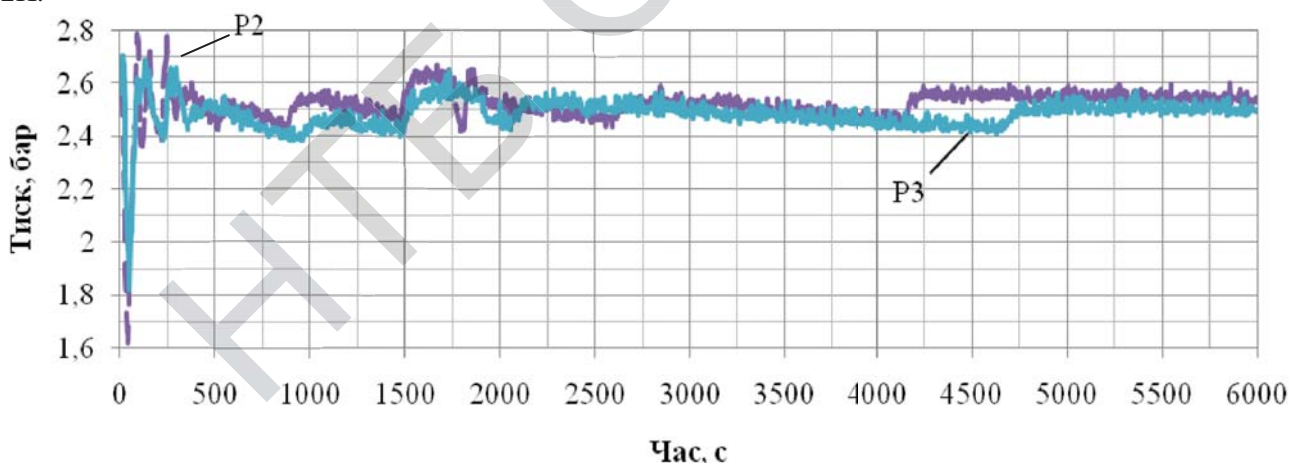


Рис. 1. Тиск випаровування за  $t_0 = -10^{\circ}\text{C}$  та  $t_w = +10^{\circ}\text{C}$ :

*P2, P3 – тиски на 2-ій та 3-ій експериментальних ділянках відповідно*

Як видно з рис. 2, динаміка зміни температури з плином часу подібна для обох колб. Температура води у верхній частині дослідної секції зростає, оскільки мали місце значні теплонадходження від повітря приміщення. Це впливає на поступове танення льоду у цій частині і, як наслідок, утворення конусу, що добре демонструє рис. 3.

На початку експерименту, коли вода мала приблизно однакову температуру, льодоутворення було рівномірним по усій висоті дослідної ділянки. З часом спостерігалось утворення «конусу». У верхній частині апарату товщина льоду починала зменшуватись при подальшому стабільному збільшенні у нижній його частині. Експерименти за температури води близькій до  $+4^{\circ}\text{C}$  відзначалися утворенням «зворотного конусу», тобто товщина льоду у зверху перевищувала товщину у нижній

частині. На нашу думку, це зумовлено саме аномалією густини, оскільки вода з температурою  $+4^{\circ}\text{C}$  опускалась вниз апарату, а холодніша вода підіймалась доверху.

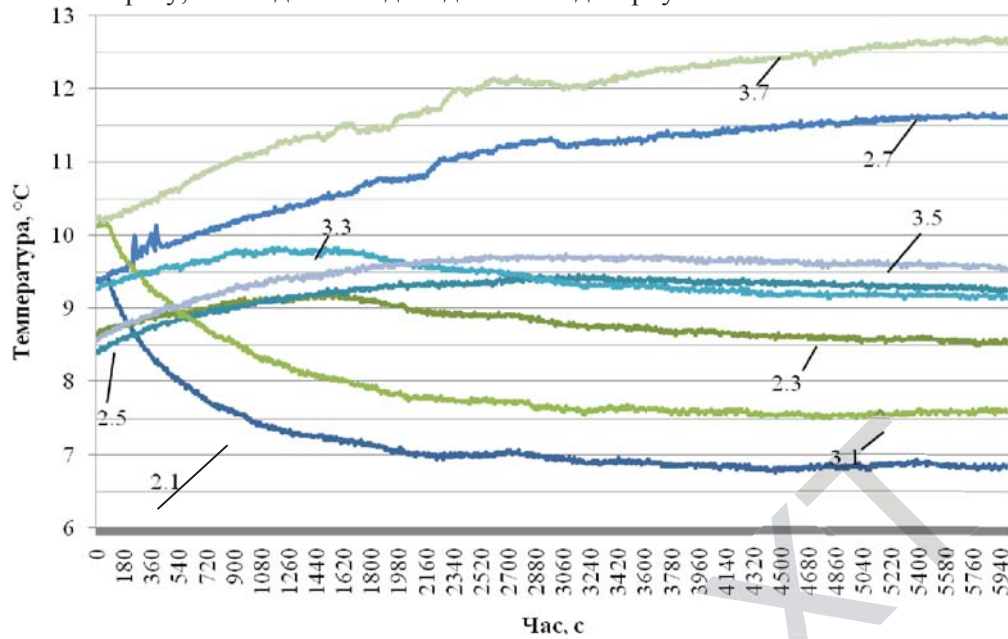


Рис. 2. Поле температур води по висоті 2-ої та 3-ої колби на відстані 40 мм від осі апарату за  $t_0 = -10^{\circ}\text{C}$  та  $t_w = +10^{\circ}\text{C}$ :

2.1, 2.3, 2.5, 2.7 – нумерація термодатчиків по висоті 2-ої колби (знизу догори);  
3.1, 3.3, 3.5, 3.7 – нумерація термодатчиків по висоті 3-ої колби (знизу догори)

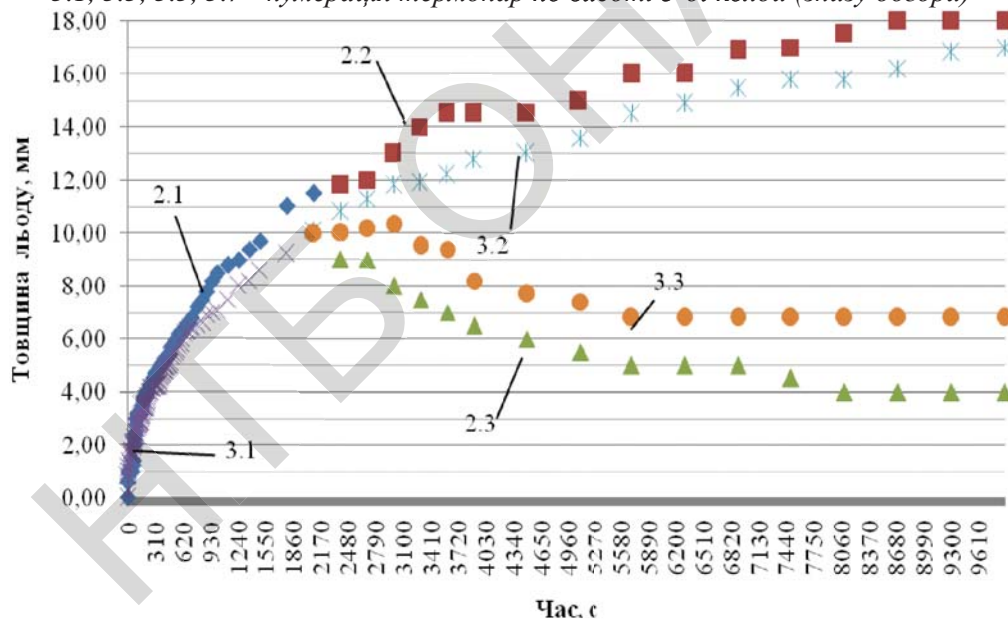


Рис. 3. Товщини льоду на 2-ій та 3-ій колбі при  $t_0 = -10^{\circ}\text{C}$  та  $t_w = +4^{\circ}\text{C}$ :

2.1 – Середина 2-ої колби; 2.2 – Низ конусу 2-ої колби; 2.3 – Верх конусу 2-ої колби;  
3.1 – Середина 3-ої колби; 3.2 – Низ конусу 3-ої колби; 3.3 – Верх конусу 3-ої колби

Дані, отримані в ході експериментальних досліджень, особливо в частині утворення «конусів», потребують подальшого дослідження шляхом тривимірного моделювання процесів формування температурних полів вздовж вертикальної охолоджуваної стінки у нерухомому водному середовищі.

1. Пилипенко, О. Ю. Дослідна установка та результати досліджень по вивченню процесів замороження води на вертикальній трубі / О. Ю. Пилипенко, Я. І. Засядько // Наукові праці НУХТ — 2012. - № 43. — С. 48-52.