



**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ  
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ХОЛОДУ, КРІОТЕХНОЛОГІЙ  
ТА ЕКОЕНЕРГЕТИКИ ІМ. В.С. МАРТИНОВСЬКОГО**

## **ХІІ ВСЕУКРАЇНСЬКА НАУКОВО-ТЕХНІЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ**

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

**27-28 вересня 2019 року**

**ЗБІРНИК ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ КОНФЕРЕНЦІЇ**



**ОДЕСА 2019**

УДК 621.565 (075.6)

**Сучасні проблеми холодильної техніки та технології** / Збірник тез доповідей XII Всеукраїнської науково-технічної конференції. – Одеса: ОНАХТ, 2019. – 229 с.

У збірнику наведені матеріали XII 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 XII 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.

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

**Голова наукового комітету** – 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:**

Ванєєв Сергій Михайлович - Сумський державний університет, к.т.н., доцент;

Василенко Сергій Михайлович - Національний університет харчових технологій, д.т.н., професор;

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

Лабай Володимир Йосипович - Національний університет «Львівська політехніка», д.т.н., професор;

Лавренченко Г.К. - 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;

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

Потапов Володимир Олексійович - Харківський державний університет харчування і торгівлі, д.т.н., професор;

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

Семенюк В.А. - к.т.н., директор НПФ «Терміон»;

Симоненко Ю.М. - зав. кафедрою кріогенної техніки ОНАХТ, д-р техн. наук, професор;

Снежкін Юрій Федорович - директор Інституту технічної теплофізики, д.т.н., академік НАНУ

Ткаченко Станіслав Йосипович - д.т.н., професор Вінницького національного технічного університету;

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

Щит Михайло Львович - к.т.н., пров. наук. спів. Інституту енергетики Академії Наук Молдови.

**ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ**

Голова – проф. Хмельнюк М.Г.

Науковий секретар – к.т.н. Зімін О.В.

Члени – к.т.н. Жихарєва Н.В., к.т.н. Когут В.Є., к.т.н. Яковлева О.Ю., к.т.н. Желіба Ю.О., к.т.н. Остапенко О.В., к.т.н. Подмазко О.С.

## ТЕМИ ДОКЛАДОВ ПЛЕНАРНОГО ЗАСІДАННЯ

**110 РОКІВ ПРОФЕСОРУ ЧУКЛІНУ СЕРГІЮ ГРИГОРОВИЧУ (1909-1974)**

### **ИННОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ, МЕТОДЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ПРИНЦИПЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ КОМФОРТНОГО И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

Н.И. Радченко, д.т.н., проф., Е.И. Трушляков, к.т.н., проф., А.Н. Радченко, к.т.н., доц.,  
Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова, Україна

### **АЗОТНЫЕ ГАЗИФИКАЦИОННЫЕ УСТАНОВКИ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ**

Кириченко И.В., технический директор ПКФ «Криопром» ООО, г. Одесса;  
Леонтьев А.А., главный конструктор ПКФ «Криопром» ООО, г. Одесса.  
e - mail: info@krioprom.com.ua

### **ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ БАГАТОЗОНАЛЬНИХ СИСТЕМ КОМФОРТНОГО І ТЕХНОЛОГІЧНОГО КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ**

Жихарева Н.В., к.т.н., доц., Одеська національна академія харчових технологій

<b>СЕКЦІЯ № 1. ХОЛОДИЛЬНА ТЕХНІКА ТА ТЕХНОЛОГІЇ. КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ.</b>		стр.
19.	<b>МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОВЛАЖНОСТНЫХ РЕЖИМОВ В ПЛОТНОМ ПРОДУВАЕМОМ СЛОЕ ПЛОДООВОЩНОЙ ПРОДУКЦИИ ПРИ ОХЛАЖДЕНИИ</b>	68
20.	<b>АНАЛИТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ ЖИДКОСТНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ АНОДНОГО БЛОКА МАГНЕТРОНА</b>	71
21.	<b>ЗНИЖЕННЯ ВПЛИВУ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ ХОЛОДОАГЕНТІВ ХОЛОДИЛЬНОЇ УСТАНОВКИ ІЗОТЕРМІЧНИХ НАПІВПРИЧЕПІВ THERMO-KING В УКРАЇНІ</b>	73
22.	<b>ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ РАБОТЫ ЗАМКНУТЫХ ДВУХФАЗНЫХ ТЕПЛОПЕРЕДАЮЩИХ УСТРОЙСТВ С РАЗЛИЧНОЙ ОРГАНИЗАЦИЕЙ ДВИЖЕНИЯ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ</b>	75
23.	<b>ЕНЕРГЕТИЧНА ДОЦІЛЬНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ МІКРОХВИЛЬОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ОТРИМАННІ БІОПЕСТИЦИДІВ</b>	78
24.	<b>ОБГРУНТУВАННЯ МЕТОДУ ВИЗНАЧЕННЯ РЕЖИМІВ ТЕЧІЇ ПІД ЧАС КОНДЕНСАЦІЇ ПАРИ У ГОРИЗОНТАЛЬНИХ ТРУБАХ</b>	80
25.	<b>ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ИСПАРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ</b>	82
26.	<b>ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ТЕПЛОВИХ НАСОСІВ</b>	85
27.	<b>КРИТЕРІЇ ВИБОРУ ЗАСОБІВ СКОРОЧЕННЯ ВТРАТ СВІТЛИХ НАФТОПРОДУКТІВ ПРИ ЗБЕРІГАННІ</b>	88
28.	<b>ПІДВИЩЕННЯ ПОТЕНЦІАЛУ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ДЛЯ УКРАЇНИ</b>	90
29.	<b>ШТУЧНЕ ЗАМОРОЖУВАННЯ-ВІДТАВАННЯ ОСАДУ СТІЧНИХ ВОД</b>	93
30.	<b>ПЕРСПЕКТИВНІ СХЕМИ І КОНСТРУКЦІЇ СИСТЕМ ОХОЛОДЖУЮЧИХ ЗЕРНОВИХ КОМПЛЕКСІВ</b>	95
31.	<b>ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ЕКСТРАКЦІЇ ЛАВРОВОГО ЛИСТА ЗРІДЖЕНИМ ГАЗОМ</b>	98
32.	<b>ПЕРСПЕКТИВЫ МОДЕРНИЗАЦИИ СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ МАГНЕТРОНА</b>	100
33.	<b>СИСТЕМА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОГО ДВОСТУПЕНЕВОГО КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ МАШИННОГО ВІДДІЛЕННЯ АВТОНОМНИХ ТЕПЛОЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ</b>	103
34.	<b>АНАЛИЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ДВОСТУПЕНЕВОЇ СИСТЕМИ КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ АВТОНОМНОЇ ТЕПЛОЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ ПІДПРИЄМСТВА ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ</b>	105
35.	<b>ОХОЛОДЖЕННЯ ЦИКЛОВОГО ПОВІТРЯ СУДНОВОГО ДВИГУНА ЕЖЕКТОРНОЮ ХОЛОДИЛЬНОЮ МАШИНОЮ З РЕЦИРКУЛЯЦІЄЮ ГАЗІВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕКОЛОГОЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ</b>	107
36.	<b>ВИЗНАЧЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ВИБУХОНЕБЕЗПЕЧНИХ БЛОКІВ АМІАЧНИХ ХОЛОДИЛЬНИХ СИСТЕМ ТА РАДІУСІВ ЗОН МОЖЛИВИХ РУЙНУВАНЬ</b>	111

УДК 621.56

## ВИЗНАЧЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ВИБУХОНЕБЕЗПЕЧНИХ БЛОКІВ АМІАЧНИХ ХОЛОДИЛЬНИХ СИСТЕМ ТА РАДІУСІВ ЗОН МОЖЛИВИХ РУЙНУВАНЬ

Желіба Ю.О. к.т.н., доц.<sup>1</sup>, Сливинська М.В. <sup>1</sup>, Климашенко Р.В. <sup>1</sup>, Желіба Т.О.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Одеська національна академія харчових технологій.

<sup>2</sup>Одеський національний політехнічний університет.

Будь-який проект аміачної холодильної системи (АХС) на початковому етапі та під час розробки проектної документації й її експертизи проходить оцінку можливого впливу на життя і здоров'я людей, оцінюються екологічні та економічні наслідки можливих аварійних ситуацій та аварій. В роботі було проведено прогнозування рівня вибухонебезпечності блоків АХС [1] для аміачної холодильної системи ДО Комбінат «Прогрес», як об'єкта проектування.

Метою роботи була адаптація існуючих нормативних методик та власних, запропонованих раніше в проведених дослідженнях [2, 3, 4] для розрахунків енергетичного потенціалу блоків аміачної холодильної системи й аналіз отриманих результатів для прийняття технологічних рішень компоновки системи АХС.

Для розрахунку були прийняті такі допущення:

- АХУ розташована в приміщенні компресорного цеху та зовнішнього конденсаторного відділення;
- приміщення компресорної обладнано системою витяжної й аварійної вентиляції;
- ресивера ХС розташовані в обвалуванні та приміщенні машинного залу;
- на підприємстві встановлена система виявлення витоків аміаку, яка знижує ймовірність утворення аміачно-повітряної суміші (хмари) вибухонебезпечної концентрації у разі виникнення витoku холодоагенту з системи шляхом закриття автоматичних клапанів, що зменшує кількість пари, яка може взяти участь у можливому вибуху.

Результати прогнозування рівня вибухонебезпечності основного технологічного обладнання та окремих аварійних ситуації АХС зведені в таблицю 1.

Таблиця 1 – Характеристики максимальних рівнів вибухонебезпечності холодильного обладнання АХС

№ з/п	Найменування аварії	Е·10 <sup>-6</sup> , кДж	Q <sub>в</sub>	м, кг	м', кг	Радіус зони руйнування				
						R <sub>1</sub> , м	R <sub>2</sub> , м	R <sub>3</sub> , м	R <sub>4</sub> , м	R <sub>5</sub> , м
Компресорний цех										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1.	Розгерметизація форконденсатора M10-BWFDR	4,44	7,89	96,51	48,25	3,4	5,1	8,8	25,2	50,4
2.	Розгерметизація випарного конденсатора* VCL-111-L-DSH	30,6	18,92	665,41	66,54	3,8	5,6	9,8	28	56
3.	Розгерметизація вертикального лінійного ресивера (V= 3,5 м <sup>3</sup> )	42,8	20,96	904,12	237,79	9,5	14	24,5	70	140
4.	Розгерметизація вузла циркуляційний ресивер (V= 3,5 м <sup>3</sup> ) - аміачні насоси Hermetic 40/200/190 AGX4.5	11,4	13,62	247,96	65,21	3,8	5,4	8,82	25,2	50,4
5.	Розгерметизація дренажного ресивера (V= 5 м <sup>3</sup> )	41,4	20,92	899,52	236,57	10,7	15,7	27,5	78,4	156,8
6.	Розгерметизація проміжної посудини (V= 4,14м <sup>3</sup> )	11,4	13,62	247,95	65,21	3,8	5,4	8,82	25,2	50,4

7.	Конструктивна поломка поршневого двоступеневого однокорпусного компресорного агрегату V1100	0,07	2,5	1,54	0,41	0,4	0,6	1	2,8	5,6
8.	Розгерметизація мастилозбірника ( $V=0,05\text{м}^3$ )	2,94	8,66	63,91	16,81	2,1	3,1	5,4	15,4	30,8
9.	Розгерметизація повітроохолоджувача ISD 13-28SS	13,9	14,54	302,08	151,04	5,7	8,4	14,7	42	84

Примітки:

1. R1 - радіус зони 100% руйнування; R2 - радіус зони 50% руйнування; R3 - радіус зони сильних руйнувань; R4 - радіус зони часткових пошкоджень; R5 - радіус зони легких пошкоджень (вибите віконне скло); радіуси зон руйнування розраховані за величиною  $m'$ ;

$E$  - загальний енергетичний потенціал вибухонебезпечності;  $Q_v$  - відносне значення енергетичного потенціалу вибухонебезпечності;

$m'$  - маса пари аміаку, яка бере участь у вибуху;  $m$  - загальна маса горючої пари вибухонебезпечної парової хмари, приведена до умовної одиниці - питомої енергії згорання.

2. \* - вибух аміачно-повітряної суміші на відкритому просторі не прогнозується.

Необхідно відзначити, що всі елементи системи вибрані авторами таким чином, що потрапляють у III категорію вибухонебезпечності ( $Q_v < 27$ ), відносний енергетичний потенціал технологічної установки може бути оцінений рівним 20,96; категорія вибухонебезпечності об'єкта - III.

За результатами прогнозування прийнято, що у зв'язку з тим, що рівень вибухонебезпечності окремого обладнання АХС  $Q_v > 10$ , контур циркуляції аміаку повинен бути оснащений засобами автоматичного захисту з механічним і електричним приводами. Вони спрацьовують у разі припинення енергопостачання холодильної установки (аварійній зупинці або відключенні установки від електромережі в ручному режимі з щита управління) і поділяють холодильну систему на окремі технологічні вузли (блоки), визначені під час розробки схемного рішення за функціональним призначенням і виходячи з умов розміщення обладнання. З цією метою частина обладнання, а саме компресори та насоси, оснащені зворотними клапанами на трубопроводах подачі пари високого тиску та рідкого аміаку та соленоїдними клапанами Danfoss тип NC на подачі в проміжну посудину та циркуляційний ресивер. Установлена арматура з автоматичним дистанційним приводом (час спрацювання  $\approx 12$  с) дозволяє відсікти в автоматичному режимі, без участі обслуговуючого персоналу, потенційно небезпечні технологічні блоки у разі отримання сигналів від системи пожежної сигналізації, системи контролю загазованості приміщення, кнопок аварійної зупинки АХУ і т. п.

Згідно з виконаними розрахунками найбільш руйнівні наслідки можливого вибуху прогноуються під час утворення аміачно-повітряної суміші певної концентрації в приміщенні компресорного цеху, при створенні умов (відсутність протидії з боку обслуговуючого персоналу) для тривалого випаровування витоки холодоагенту. Такий розрахунок дозволяє виявити найбільш небезпечні блоки у холодильній системі та проаналізувати шляхи зменшення енергетичного потенціалу за рахунок зміни схемного рішення та його окремих елементів.

1. НАОП 1.3.00-1.01-88 "Загальні правила вибухонебезпечності для вибухопожежонебезпечних хімічних, нафтохімічних і нафтопереробних виробництв".
2. Сливинська М.В., Желіба Ю.О., Желіба Т.О. Аналіз існуючих методів і моделей розрахунку ступеня небезпеки та оцінки рівня ризику експлуатації промислових холодильних систем//Збірник тез доповідей XI Міжнародної науково технічної конференції «Сучасні проблеми холодильної техніки та технології». - Одеса: ОНАХТ, -2017. - с.78-80
3. Желіба Ю.О., Желіба Т.О., Сливинська М.В. Сучасні аспекти проектування та експлуатації аміачних холодильних установок//Матеріали XVII Всеукраїнської науково технічної

- конференції «Актуальні проблеми енергетики та екології». - Одеса: ФОП Бондаренко М.О., - 2018. – с. 114-115.
4. Сливинська М.В., Климашенко Р.В., Желіба Т.О. Результати аналізу ступеня небезпеки та оцінки рівня ризику аміачних холодильних систем// Збірка тез доповідей Всеукраїнської науково-технічної конференції молодих вчених, аспірантів та студентів «Стан, досягнення і перспективи холодильної техніки і технології», 23 - 24 квітня 2019 року. - Одеса: ОНАХТ, - 2019. – с. 170-172.

НАХТ ОНАХТ