



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

## **XII 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. ХОЛОДИЛЬНІ УСТАНОВКИ. КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ.</b>		<b>стр.</b>
<b>ХОЛОДИЛЬНА ТЕХНОЛОГІЯ</b>		
37.	<b>РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ ОХОЛОДЖУВАЧА НАПОЇВ</b>	114
38.	<b>ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТРАНСФОРМАЦІЇ ТЕПЛОТИ ГОЗОВОГО ДВИГУНА В ХОЛОД ВИКОРИСТАННЯМ СТУПІНЧАСТОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ В ЕХМ І АБХМ</b>	116
39.	<b>ДВОПОТОЧНА ЕЖЕКТОРНО-АБСОРБЦІЙНА СИСТЕМА ТРАНСФОРМАЦІЇ СКІДНОГО ТЕПЛА ГАЗОПОРШНЕВОГО МОДУЛЯ</b>	118
40.	<b>MODIFICATION OF SHIP'S THERMAL INSULATION STRUCTURES IN ACCORDANCE WITH REGULATIONS' REQUIREMENTS FOR THE FROZEN PRODUCTS TRANSPORTATION IN ORDER TO IMPROVE REFRIGERATION SYSTEM EFFICIENCY</b>	121
41.	<b>ВИКОРИСТАННЯ ІМЕРСІЙНОГО ОХОЛОДЖЕННЯ БІНАРНИМ ЛЬОДОМ НА М'ЯСОКОМБІНАТАХ</b>	123
42.	<b>МОЖЛИВОСТІ ВИКОНАННЯ ЗАВДАНЬ ПАРИЗЬКОЇ УГОДИ ТА ПОПРАВКИ КІГАЛІ ДЛЯ HVAC&amp;R СЕКТОРУ УКРАЇНИ</b>	125
43.	<b>ЗАТУХАННЯ ТЕМПЕРАТУРНОЇ ХВИЛІ В КОНТЕЙНЕРАХ З ПІДВИЩЕНОЮ ТЕПЛОВОЮ ІНЕРЦІЄЮ СТІНОК</b>	128
44.	<b>АНАЛІЗ ПРИЧИН ОТКАЗОВ ХОЛОДИЛЬНОГО ОБОРУДОВАННЯ НА КРУПНИХ ПЕРЕДПРИЯТТЯХ ТОРГОВЛІ</b>	131
45.	<b>ВПЛИВ ХОЛОДОАГЕНТІВ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ</b>	133
46.	<b>МОДЕЛЮВАННЯ ТА АНАЛІЗ РОТОРНО-ГАЗОВОЇ ХОЛОДИЛЬНОЇ МАШИНИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ПОМІРНОГО ХОЛОДУ</b>	136
<b>СЕКЦІЯ № 2. ХОЛОДИЛЬНІ ТА КРІОГЕННІ МАШИНИ.</b>		<b>стр.</b>
<b>ТЕПЛОВІ НАСОСИ</b>		
1.	<b>ПРОМИСЛОВІ УСТАНОВКИ ДЛЯ ОТРИМАННЯ KR ТА Xe З КОНЦЕНТРОВАНИХ СУМІШЕЙ</b>	139
2.	<b>ЛАБОРАТОРНА УСТАНОВКА ДЛЯ ОТРИМАННЯ ТВЕРДОГО НЕОНУ</b>	141
3.	<b>НЕЧІТКА СИСТЕМА ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В СИСТЕМІ УПРАВЛІННЯ РЕКТИФІКАЦІЙНОЮ КОЛОНОЮ</b>	142
4.	<b>ГАЗОДИНАМІЧНІ ХОЛОДИЛЬНО-НАГРІВАЛЬНІ АПАРАТИ, ЩО ПРАЦЮЮТЬ НА ПРИРОДНОМУ ГАЗІ</b>	144
5.	<b>ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕРМИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ТВЕРДЫХ ОТЛОЖЕНИЙ НА ПОВЕРХНОСТИ ВОЗДУШНЫХ КОНДЕНСАТОРОВ КОМЕРЧЕСКИХ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК</b>	145
6.	<b>АНАЛІЗ СИСТЕМ КОГЕНЕРАЦІЇ С ДВУМА ТЕМПЕРАТУРНИМИ УРОВНЯМИ ПРОИЗВОДСТВА ХОЛОДА</b>	147
7.	<b>СИСТЕМА ХЛАДОСНАБЖЕННЯ КАМЕР ХРАНЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ ФЕРМЕРСКОГО ХОЗЯЙСТВА С СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКОЙ</b>	150
8.	<b>DEVELOPMENT OF SYSTEMS FOR OBTAINING WATER FROM ATMOSPHERIC AIR ON THE BASIS OF ABSORPTION WATER-AMMONIA REFRIGERATORS AND SOLAR COLLECTORS</b>	152

УДК 6212.564

## **MODIFICATION OF SHIP'S THERMAL INSULATION STRUCTURES IN ACCORDANCE WITH REGULATIONS' REQUIREMENTS FOR THE FROZEN PRODUCTS TRANSPORTATION IN ORDER TO IMPROVE REFRIGERATION SYSTEM EFFICIENCY.**

**M.G. Khmel'nyuk, Doctor of Science (Engineering), Professor, Department of Refrigeration and Air Conditioning, ONAHT.**

**Yalama V.V. graduate student ONAHT c.Odesa**

The main reason for the increased energy costs of the marine refrigeration system is the failure to meet the current requirements for the transportation of heat-insulating structures, one of which is the size of the lids of the cargo areas, the location of the insulation in the premises.

There are 1,100 refrigerated vessels in the world at the beginning of the 2000s. Shipbuilding companies have been stopped to build these types of vessels (fishing vessel) for about 20 years now due to the lack of the transportation needs for the large amount of the same cargo type. Fishing vessels are engaged in the extraction of fish products far from the port water area and it is too costly to send to the port not fully loaded vessel [1,2]. Therefore, ships which were built for these needs – Reefer Vessel (RV). A RV is a refrigerated cargo vessel for transportation of commodities in temperature-controlled conditions. This can be fish, meat, vegetables or dairy products. Reefer vessels store the goods in storage holds under deck, in insulated holds. The holds are arranged so, it meets the conditions (humidity and temperature) for the commodity that is transported. Some reefer vessels have freezing holds for transportation of frozen goods. Reefer vessels can either have a side-loading system, a hatch-system with derricks and cranes or it can be a refrigerated container ship.

And since the number of the planet's population is growing [3] the need for the transportation of quality goods is growing too. After the collapse of the USSR and the beginning of privatization processes, the fishing industry for East European countries was stagnated. Many of Reefer Vessels left without quality technical maintenance. RV owners need to employ energy efficiency projects with minimum capital costs and payback period to get profit from fishing.

It is considered, for example, reefer vessel "Penguin" with the storage holds under deck frozen cargo - 4000 tons, energy consumption by compressors (3 pcs. screw) -350 kW, ship length – 100 m, width - 16 m, deadweight – 5000t. Navigation area - Equator and Arctic. Also, the vessel is intended for the transportation of containers in shafts of holds, as it is shown in Fig. 1.



Fig.1 Reefer Vessel "Pingyin".

The loading time of RV is increased from 3 days to 1 month. Instead of continuous operation, loading is carried out in small batches restricted by daytime; at the end of each working day, when RV still need to spend the energy to refrigerate empty storage holds to get ready for loading. In own turn it increases energy costs and net cost of frozen cargo. Although according to the Regulations for the transportation of perishable products the refrigeration system able to freeze 4000 tons of fish products to the temperature of not more than  $-18^{\circ}\text{C}$ , accordingly, the heat load on the evaporators of each deck is limited by these parameters. The amount of cargo transported has faded into the background, giving way to the cost of transportation (in other words, if it is more profitable to supply with half-loaded fish (2000 tons) cargo

capacity of the vessel, with reduced time for transportation, owner is ready for it while this process requires extra costs due to the need to refrigerate empty storage holds. RV expends the motor resources of working equipment, electricity as well. There are new markets in third world countries. The nearest fish receiving ports do not correspond to the capacity of unloading bulk cargo terminal of the vessel, thereby any delay with unloading process results in defrosting fish. Instead of temperature floating from  $-18^{\circ}\text{C}$  to  $-24^{\circ}\text{C}$ , in the body of the fish actual temperature reaches  $-14^{\circ}\text{C}$ , which is not permissible according to the regulations for the transportation of perishable products. At the end of each working day when it is required to start a refrigeration system, the system pick loads in several times higher than the standard operation mode. It not only enormous necessary energy costs but it adversely affects the quality of the transported frozen fish, respectively, on its cost.

If we consider the design of cargo spaces Fig.1. you can see that the size of the upper tween deck cover occupies 80% of its area. There is no heat-insulating overlap between the hold twins. Initially, such a technical solution was made to save the capital cost of the vessel for shipbuilding companies and to increase the unloading speed due to the work of several cargo handling machines at the same time. Unloading process was carried out 24/7 with fully-load of RV.

Today, with half-loaded (2000 tons) RV, it is still necessary to spend the extra energy to refrigerate empty storage holds, not only during loading and unloading processes, but also for the transportation time from the fishing place to the portside or to the Floating Seafood Processor. It requires about 50% more electricity consumption from the standard for the entire period of cargo delivery.

To solve the faced problem, it does not require huge funds or time for project deployment. Not more than to build thermal insulation between deck ceilings to separate the storage holds under deck into separate thermal zones. Thermal insulation campaigns offer PPU (polyurethane foam) in cylinders for spraying on any prepared surface. PPU is sprayed between stiffeners of decks. It is possible to prepare the surface for spraying with a minimum number of crew members (sailors, boatswain). It is possible to build this type of thermal insulation in almost any shipyard around the world. Required time for building insulation layers about 5-7 days to be done for each deck of RV, almost immediately (1 day) after work done, RV can proceed with the further operations. Having solved the internal thermal insulation issue make it possible to smoothly increase the load on the refrigeration machine, but also during transportation of frozen goods especially long-term, to reduce 2-4 times the operating costs. There is still an open question about the size of the cargo compartment covers. To reduce the area, it is required to cut a smaller hole in existing covers to install a fastener and restore damaged parts of the thermal insulation after these operations. But such a solution requires prolonged time, and another budget with qualified personnel to perform required work. Now, to reduce the influence of external factors on transported frozen goods, the holds are covered with polyethylene or other similar material through the covers.

#### **Literature and references.**

1. [1] [http://korabley.net/news/rybolovnye\\_suda/2010-07-28-612](http://korabley.net/news/rybolovnye_suda/2010-07-28-612)
2. [2] [http://korabley.net/news/typy\\_sudov\\_otechestvennaja\\_klassifikacija/2011-03-18-801](http://korabley.net/news/typy_sudov_otechestvennaja_klassifikacija/2011-03-18-801)
3. <http://www.fao.org/3/a-i5555r.pdf>
4. [3] <https://www.vestifinance.ru/articles/41515>
5. Коробейник А.В. Технология переработки и товароведение рыбы и рыбных продуктов
6. В.А. Загоруйко А.А. Голиков Судовая холодильная техника 2000
7. СНиП 2-23-81 Стальные конструкции
8. <https://www.parliament.uk/documents/commons-committees/Exiting-the-European-Union/17-19/Sectoral%20Analyses/22-Maritime-and-Ports-Report.pdf>
9. Справочник СПС 2018 - [http://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/main/wp11/ATP\\_publication/2017/ATP-2017r\\_Handbook.pdf](http://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/main/wp11/ATP_publication/2017/ATP-2017r_Handbook.pdf)
10. Емельянов Н.Ф. Устройство, конструкция и элементы теории судна 2002