



**ВСЕУКРАЇНСЬКА НАУКОВО-ТЕХНІЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ  
МОЛОДИХ ВЧЕНИХ, АСПІРАНТІВ ТА СТУДЕНТІВ**

**«СТАН, ДОСЯГНЕННЯ І ПЕРСПЕКТИВИ ХОЛОДИЛЬНОЇ ТЕХНІКИ І  
ТЕХНОЛОГІЙ»**

**14-15 квітня 2016 року**

**Збірка тез доповідей**



Одеса – 2016

**Тематичні напрями:**

- холодильні машини і установки, теплові помпи
- теплообмінні апарати і процеси тепломасообміну
- робочі речовини холодильних машин
- системи кондиціювання повітря
- компресори та пневмоагрегати
- енергетичні та екологічні проблеми холодильної техніки
- холодильна технологія
- криогенна техніка
- інформаційні технології в холодильній техніці

**Науковий комітет:**

**Єгоров Б. В.** – ректор ОНАХТ, д.т.н., проф.

**Капрел'янц Л. В.** – проректор із НР і МЗ, д.т.н., проф.

**Косой Б.В.** – директор ІХКЕ, д.т.н., проф. кафедри ТВЕ.

**Хмельнюк М. Г.** – завідувач кафедри ХУКП, д.т.н., проф.

**Мілованов В. І.** – завідувач кафедри КП, д.т.н., проф.

**Симоненко Ю. М.** – завідувач кафедри КТ, д.т.н., проф.

**Тіглов О. С.** – завідувач кафедри ТТТЕ, д.т.н., проф.

**Радченко М. І.** – НУК імені адмірала Макарова, д.т.н., проф.

**Морозюк Л.І.** – д.т.н., проф. кафедри КТ.

**Наєр В. А.** – заслужений діяч науки, д.т.н., проф. кафедри КТ.

**Лагутін А. Ю.** – д.т.н., проф. кафедри ХУКП.

**Організаційний комітет:**

**Буданов В. О.** – декан факультету НТТ.

**Морозюк Л.І.** – д.т.н., проф. кафедри КТ.

**Грудка Б.Г.** – асп. кафедри КТ.

**Трандафілов В.В.** – асп. кафедри ХУКП.

**Константинов О.О.** – магістрант.

**Робочі мови конференції** – українська, російська, англійська.

**Місце проведення** – ауд. 213, вул. Дворянська, 1/3, Одеса, 65082

*Всі тези доповідей надруковані згідно наданих макетів*

## АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ БОРТОВЫХ СХЕМ РЕКОНДЕНСАЦИИ ГАЗОВ

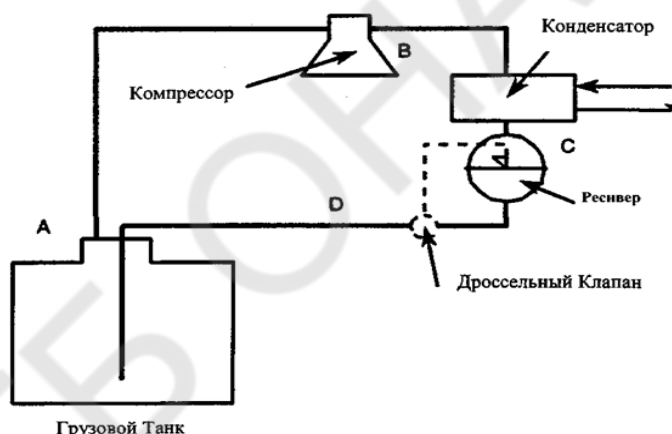
*Жуков А.А., магистрант ИХКЭ ОНАПТ, г. Одесса*

Морская транспортировка сжиженного природного газа (СПГ) требует создания специализированных танкеров-газовозов, созданных с применением самых совершенных технологий, которые обеспечивают снижение себестоимости перевозок.

В настоящее время наибольшее распространение получил способ перевозки СПГ при давлении насыщения, превышающем атмосферное на 0,003...0,005 Мпа. Вследствие теплопритоков в танках газовозов образуются пары СПГ. Известно, что скорость объемного выхода пара чистого метана из танков на судах Q-Flex и Q-Max составляет около 0,14 %/сут[1]. Для обеспечения сохранности перевозимого груза и возврата в танки газовоза испарившихся паров СПГ используются судовые реконденсационные установки (РУ) [2]. РУ делятся на три группы: систему прямого (непосредственного) сжижения, систему непрямого охлаждения и комбинированную каскадную систему.

Первоначально суда для перевозки СПГ оснащались РУ прямого сжижения, реализующими обратный термодинамический открытый цикл и использующие в качестве холодильного агента пары груза.

На рисунке 1 представлена упрощенная схема РУ, работающей по методу прямого сжижения.



*Рис.1. Схема РУ, работающей по прямому методу сжижения*

Испаряющийся в грузовом танке газ всасывается компрессором и сжимается до давления конденсации, определяемого температурой забортной воды. Далее сжатый газ поступает в конденсатор, где конденсируется. Сконденсировавшийся газ собирается в резервуаре, а оттуда через дроссельный клапан поступает в грузовой танк.

Установка используется на многоцелевых газовозах СПГ и метановозах. Она может работать в двух режимах: режим полного сжижения природного газа, режим частичного сжижения природного газа. Рассматриваемая схема компактна, не требует вахтенного обслуживания и имеет низкую стоимость и малые эксплуатационные затраты. Такая РУ имеет широкий диапазон регулирования холодопроизводительности и ее легко приспособить к различным условиям, изменяя число ступеней сжатия, изменяя частоту вращения вала турбины. Недостатком установки является повышенное давление сжатия, возможность утечки газа, загрязнение груза смазочным маслом компрессора, повышенная огне- и взрывоопасность.

Метод непрямого повторного сжижения газов более безопасен, чем метод прямого сжижения. В установках непрямого сжижения испаряющийся газ конденсируется при помощи обычной холодильной машины и используются они в основном на газовозах небольшой вместимости.

На рисунке 2 представлена схема РУ, работающей по методу непрямого повторного сжижения газов.

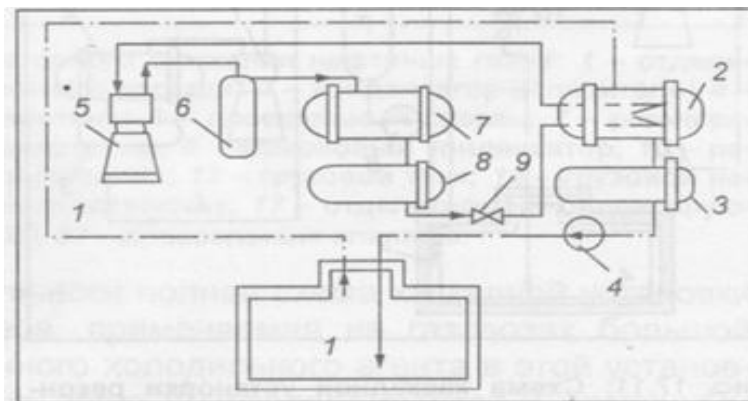


Рис. 2. Схема РУ, работающей по методу непрямого повторного сжижения газов:  
 1- грузовая цистерна; 2 – кожухотрубный испаритель; 3 – ресивер сжиженного газа;  
 4 – насос; 5 – компрессор; 6 – маслоотделитель; 7 – конденсатор хладагента;  
 8 – ресивер хладагента; 9 – регентиль.

Образовавшийся в грузовом танке пар по паропроводу поступает в кожухотрубный испаритель холодильной машины (ХМ), где конденсируется, отдавая тепло холодильному агенту. Из испарителя конденсат СПГ насосом подается в грузовой танк. В качестве холодильного агента ХМ используют обычно фреоны. Такая система помимо сохранности груза обеспечивает одновременное обслуживание танков с разнородными газами в разных секциях одного и того же испарителя. Основные недостатки этой системы: дороговизна, громоздкость, большие эксплуатационные расходы, низкая температура испарения холодильного агента. РУ, работающие по комбинированной или каскадной схеме сжижения наиболее сложны и дороги. Они используются на крупных газовозах грузоподъемностью свыше 30 тыс. м<sup>3</sup>. Каскадная РУ состоит из нижней ветви каскада, в которой осуществляется разомкнутый цикл низкого давления и верхней ветви каскада, которая представляет обычную холодильную машину, работающую по замкнутому циклу высокого давления. Конденсатор нижней ветви каскада является испарителем верхней ветви. Простейшая схема каскадной РУ представлена на рисунке 3.

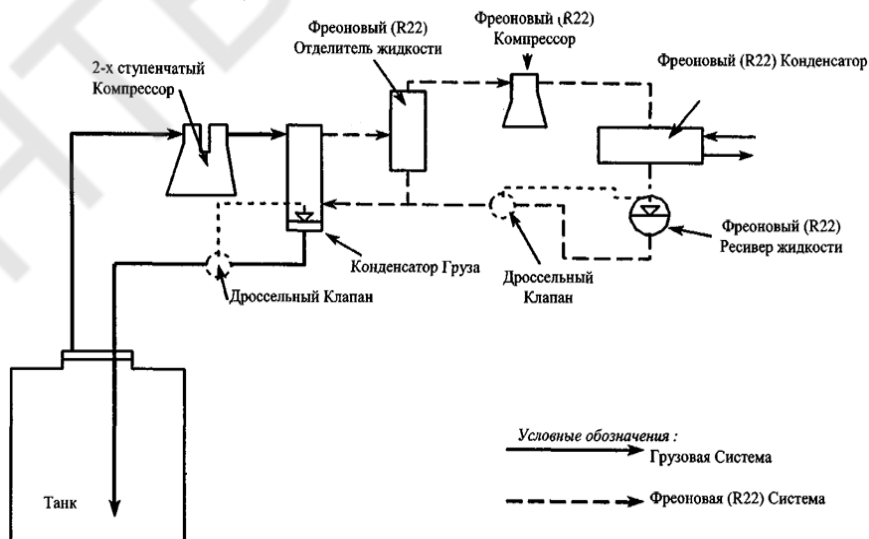


Рис.3. Схема каскадной РУ

Грузовой компрессор отсасывает холодный грузовой пар из танков, сжимает в два этапа, и поставляет сжатый пар в грузовой конденсатор, где он конденсируется за счет испарения фреона R22, после чего конденсат через дроссельный клапан поступает в танки. Для пре-

дотвращая возврата неконденсированного грузового пара в танкдроссельный клапан, управляется уровнем жидкости в нижней части конденсатора, который служит ресивером.

В качестве холодильного агента верхнего каскада используют не только фреон 22, но и другие холодильные агенты.

Такие установки легко приспособляются к различным эксплуатационным условиям.

Судовые РУ дорогие, сложные и энергоемкие. Использование РУ на метановозах грузоместимостью 125 тыс. м<sup>3</sup> повышает стоимость постройки судна на 8-12 %. Поэтому при их выборе проводится технико-экономический анализ.

По энергетическим и технико-экономическим показателям эксплуатации РУ природного газа наиболее эффективными являются: каскадные пароконденсационные холодильные машины, работающие на различных холодильных агентах; машины Филлиппса, работающие по циклу Стирлинга; турбохолодильные машины, работающие по циклу Брайтона, либо его модификации.

Дальнейшее развитие отрасли морских перевозок СПГ стимулируется необходимостью уменьшить транспортную составляющую в общей цене СПГ, которая составляет до 25 % от общей себестоимости [3] и сделать её конкурентной с трубопроводной альтернативой. Произошел рост грузоместимости газозовозов до 216000 м<sup>3</sup>, рассматриваются проекты грузоместимостью до 350 м<sup>3</sup>.

Бортовая РУ, наряду с главным двигателем и его системами, является энергопотребляющим комплексом, непосредственно выполняющим транспортную функцию перевозки СПГ. Поэтому необходимо постоянно заниматься всесторонним технологическим развитием и конструктивно-схемным совершенствованием РУ с целью повышения эффективности ее работы.

#### **Список использованной литературы:**

1. Shipboard reliquefaction for Large LNGC / T. N. Anderson, M. Ehrhardt, R. E. Foglesong et al. // Proceedings of the first Annual Gas Processing Symposium, 2009.
2. Загоруйко В.А., Голиков А.А. Судовая холодильная техника, Часть 2 Учебник. - Киев: Наукова Думка, 2000. - 608 с.
3. Костылев, И. И. Проблемы развития специализированного флота России: энергетический аспект [Текст] / И. И. Костылев, М. К. Овсянников // Наука и транспорт. Морской и речной транспорт. - 2013. - № 1. - С. 57-63

*Научный руководитель: Подмазко А.С., к.т.н., доц. кафедры холодильных установок и кондиционирования воздуха ОНАПТ*

## **УДОСКОНАЛЕННЯ РОБОТИ АМІАЧНИХ ХОЛОДИЛЬНИХ УСТАНОВОК**

*Карпенко П., магістрант ІХКЕ ОНАХТ, м. Одеса*

Сучасні аміачні холодильні установки відрізняються мінімальним заправленням холодоагентом, що досягається введенням проміжного хладоносія та застосуванням малоємних з холодоагенту й ефективних з теплообміну випарників (пластинчастих теплообмінників).

Як відомо, однією з основних вимог до безпеки експлуатації аміачних холодильних установок є зниження амміакоємності. Цей напрямок реалізується в системах, у яких холодопостачання споживачів здійснюється за допомогою проміжного холодоносія.

Основні переваги систем із проміжним холодоносієм:

## **Ж**

Желиба Т.А., **93**  
Жуков А.А., **11**  
Журавлев А., **31**

## **З**

Зажий А.В., **39**  
Закиряев В.В., **76**  
Зубарев А.С., **16**

## **И**

Иванчук Я.П., **86**

## **К**

Карпенко П., **13**  
Карпунин А.И., **48**  
Клебан О.Л., **35**  
Клевец А.В., **67**  
Козаченко И.С., **57, 93**  
Кобалава Г.А., **20**  
Ковальчук Г.И., **104**  
Кононенко Л.Г., **64**

## **М**

Мазуренко С.Ю., **21**  
Макаренко М.А., **118**  
Матвеев Э.В., **70**  
Мирошниченко А.В., **116**  
Миськевич Д.Д., **3**  
Мольский А.С., **103**  
Мошкатык А.В., **22**

## **Н**

Нестеров П., **95**  
Никогда И.Р., **3**

## **О**

Оганесян Д.Л., **32**  
Озолин Н.Е., **23**  
Онука В.И., **50**  
Осадчук А.В., **51**  
Осадчук Е.А., **75**  
Очагин Д.Ю., **72**

Константинов И.О., **30**

Коржук Д., **17**

Корниевич С.Г., **74**

Коростелин В.В., **107, 111**

Костецкий Д.В., **74**

Кравченко, **19**

Крицько О.А., **63**

Купченко Р., **91**

## **Л**

Любченко Д.А., **31**

## **П**

Паскаль А.А., **41, 78**

Петушенко С.Н., **88**

Пилипенко Б.А., **68**

Полухин В.А., **25**

## **Р**

Римашевский С.Ю., **118**

Ромачевская В.И., **87**

Роштабіга О.В., **4**

Рябцев В.Ю., **93**

**МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ТЕХНІЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ  
МОЛОДИХ ВЧЕНИХ, АСПІРАНТІВ ТА СТУДЕНТІВ**

**«СТАН, ДОСЯГНЕННЯ І ПЕРСПЕКТИВИ ХОЛОДИЛЬНОЇ ТЕХНІКИ І  
ТЕХНОЛОГІЇ»**

**14-15 квітня 2016 року**

**Збірка тез доповідей**

Підписано до друку **11.04.2016**. Формат 60x84 1/16.  
Умовн. друк. арк. **6.500**. Наклад **15** прим.  
Надруковано видавничим центром ОНАХТ ННІХКЕ.  
65082, Одеса, вул. Дворянська, 1/3