

10.31653/smf42.2021.122-127

Петровський В.Р., кер. доц. Козьмініх М. А.  
Національний університет «Одеська морська академія»

## **АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ СУЧАСНИХ ХЛАДОНІВ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ СУДНОВИХ ХОЛОДИЛЬНИХ УСТАНОВОК**

Холодильна установка – це невід’ємна частина морського транспорту. Холодильні машини використовуються для транспортування вантажів, кондиціонування повітря, збереження провізійних запасів судна. Одним з найбільш актуальних у галузі СХУ є питання застосування холодоагентів, що відповідають сучасним екологічним вимогам.

Досліджуючи концентрацію озону в земній атмосфері, вчені звернули увагу на зниження на початку 80 -х рр.. загального змісту стратосферного озону (ЗЗО). Виявилося, що кожної весни протягом 1986-1991 рр. ЗЗО над Антарктидою було в середньому на 30-40% нижче, ніж за період 1967-1971 рр., а в 1993 р. цей показник знизився більш ніж на 60 %.

Наступний крок до захисту озонового шару Землі був зроблений в жовтні 1987 р. в Монреалі, де 36 країн підписали Протокол по речовинах, що руйнують озоновий шар. Наша країна приєдналася до Монреальського протоколу в 1988 р. Ця міжнародна угода передбачала заморожування виробництва п'яти найбільш використовуваних ХФУ на рівні з 1986 до 1993 р. Їх виробництво мало скоротитися на 20 %, а до 1998 р. - на 30 %. До червня 1995 Монреальський протокол підписали близько 150 країн, а на ювілейній монреальській зустрічі у вересні 1997 р. таких країн було вже 163

У листопаді 1992 року в Копенгагені були прийняті нові поправки, відповідно до яких з'явилася вимога про поетапне виведення з виробництва метилброміду і гідрохлорфторуглеводів ( ГХФВ ).

Сьогодні найбільш розповсюдженим холодильним агентом, який підлягає подальшій заміні є холодоагент R134a. У зв'язку з цим постає гостра необхідність дослідження нових холодоагентів, їх властивостей та їх впливу на експлуатаційні показники ХУ.

Альтернативні холодоагенти групи ГФВ мають різний хімічний склад, фізичні властивості, а отже у кожного з них є безліч термодинамічних особливостей. Тому для дослідження можливості заміни хо-

лодоагенту за схемою «drop-in» або його використання у новому обладнанні необхідно знати як впливає на експлуатаційні показники ХУ кожен з холодоагентів.

Для рішення питання пошуку найбільш оптимального альтернативного холодильного агента для ретрофіту було проведено порівняльний аналіз енергетичних характеристик при умові використання холодильних агентів R134a, R407c, R410a, R401a в інтервалі температур випарювання  $-25 \div -5$  °C, який охоплює практично майже весь діапазон роботи суднових холодильних установок, провізійних камер та рефрижераторних контейнерів, впритул наближуючись до режимів роботи холодильних установок, систем комфортного кондиціонування повітря.

Для оцінки теплової ефективності використовуються дійсний холодильний коефіцієнт та дійсний електричний холодильний коефіцієнти. Для оцінки енергетичних затрат на експлуатацію використовується показник ефективної потужності компресора.

По зазначеним показникам аналіз результатів розрахунків показує наступне:

На рис. 1 показані Графічні залежності величин розрахованих експлуатаційних показників від холодильного агента при температурі  $t_0 = -25$  °C

Найбільше значення холодильного коефіцієнту характерне для R410a та R401a, а найбільша потуга КМ характерна для R410a, найменша для R401a

У діапазон температур випарювання  $-25 \div -5$  °C можна зробити інші висновки :

На рис 2, 3,4,5 показані графічні аналізи експлуатаційних показників

для окремих холодильних агентів при різних температурах випарювання.

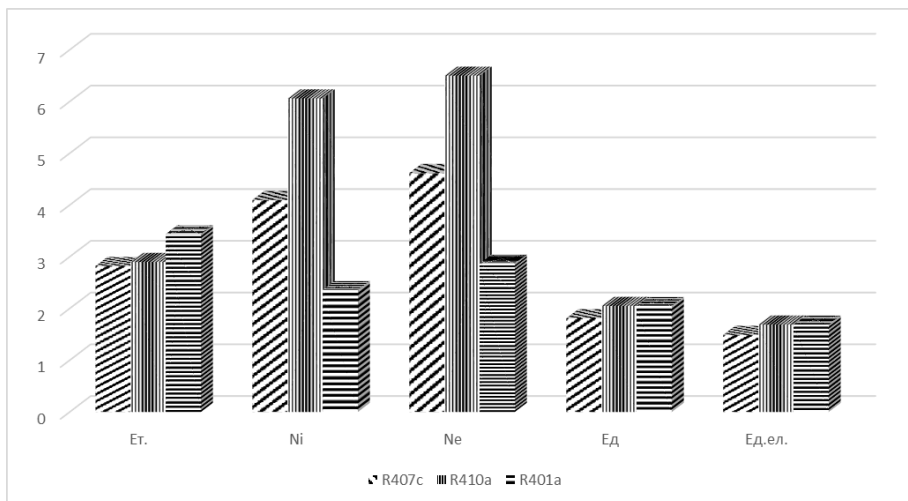


Рис. 1. Графічні залежності величин розрахованих експлуатаційних показників від холодильного агента при температурі  $t_{0} = -25^{\circ}\text{C}$

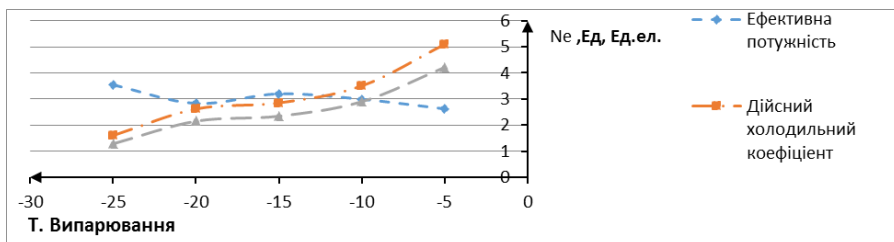


Рис. 2. Графічний аналіз експлуатаційних показників для холодильного агента R134a у діапазоні температур випарювання  $-25 \div -5^{\circ}\text{C}$

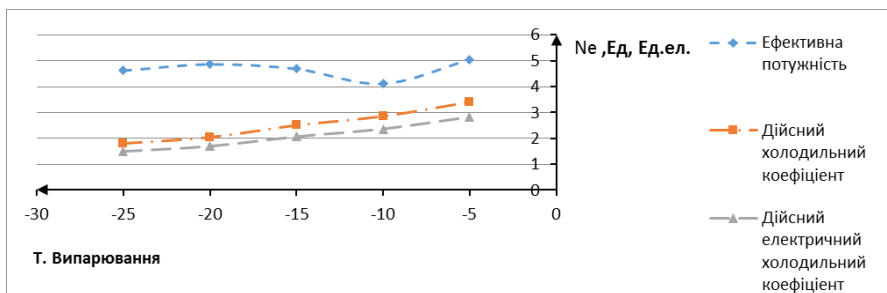


Рис. 3. Графічний аналіз експлуатаційних показників для холодильного агента R407c у діапазоні температур випарювання  $-25 \div -5$  °C

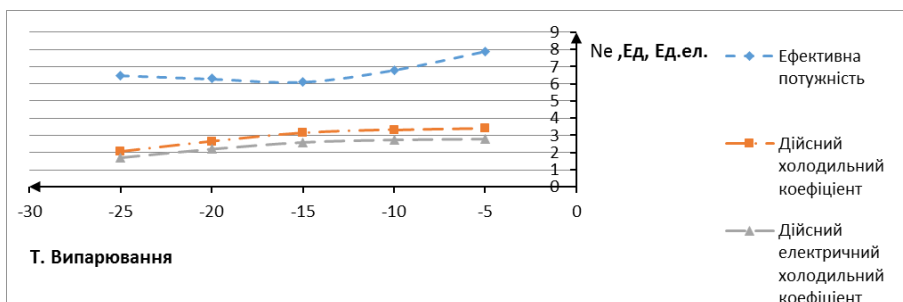


Рис. 4. Графічний аналіз експлуатаційних показників для холодильного агента R410a у діапазоні температур випарювання  $-25 \div -5$  °C

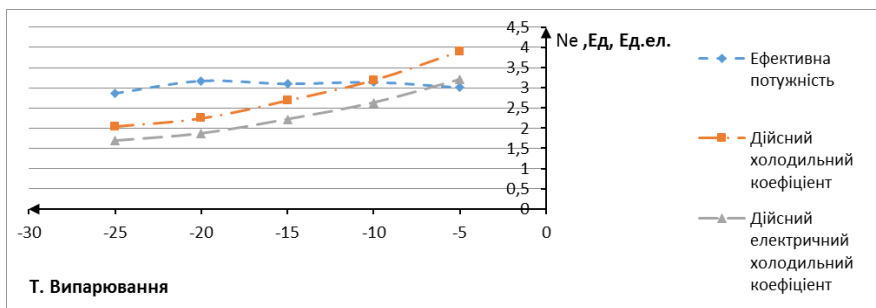


Рис. 5. Графічний аналіз експлуатаційних показників для холодильного агента R401a у діапазоні температур випарювання  $-25 \div -5$  °C

ого агента R401a у діапазоні температур випарювання  $-25 \div -5$

З наведених графіків можна зроби наступні висновки :

По величинам холодильних коефіцієнтів спостерігається зростання пропорційно зростанню температур кипіння, що повністю відповідає основним теоретичним положенням. Однак для R134a при підвищенні температури випарювання до величини  $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$  швидкість росту холодильного коефіцієнту відчутно зростає, а для R401a вона вище ніж для R407c та R410a

По величині ефективної потужності компресора :

-для R134a – в інтервалі температур випарювання  $-25 \div -20\text{ }^{\circ}\text{C}$  наблюдається зниження, потім деякий зріст, а при перевищенні відмітки  $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$  стабільно повільне зниження

-для R401a можна вважати ефективну потужність в даному діапазоні температур відносно постійною, так як її зміна не перевищує 4 %.

Таким чином, одразу здається, що холодильний агент R401a на основі представлених гістограм має перевагу. Але при виборі рекомендуемого до використання холодильного агента необхідно враховувати температурний режим роботи установки та простоту проведення операцій ретрофіту.

Так, для температур кипіння близьких до  $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ , для нових холодильних установок безумовно можна рекомендувати до використання R401a, але у випадку проведення заміни холодильного агента в установці, яка вже находилась у експлуатації до чинного часу використовується холодильний агент R134a, у зв'язку з спрощеною процедурою заміни холодильного агента.

На основі вищесказаного можна зробити наступні висновки :

В наш час задача захисту навколишнього середовища при експлуатації технічних систем, у тому числі судових холодильних установок є задачею надзвичайної важливості.

. В якості холодильних агентів, які можна використовувати у нових холодильних установках, доцільно розглядати холодильні агенти R407c, R410a и R401a

Результати проведеного у роботі аналізу свідчать про те, що при проектуванні нових установок доцільно розглядати R401a, а при організації ретрофіту діючих установок може бути використаний холодильний агент R134a

*ЛІТЕРАТУРА*

1. Бабакин Б.С., Стефанчук В.И. Альтернативные хладагенты и сервис холодильных систем на их основе. - М.: "Колос", 2000.
2. Белозеров Г.А., Медникова Н.М., Кусляйкин Г.А., Немчинова Н.И. Рекомендации по применению хладоносителей на предприятиях АПК. - М.: Россельхозакадемия, 2007.
3. Харлампида Д.Х., Братута Э.Г., Шерстюк А.В., Крупова Е.Г. Эколого-энергетические аспекты перевода действующих холодильных машин и тепловых насосов на современные хладагенты. – Харьков, 2012.
4. Тетенко В. Аналіз можливостей використання альтернативних хладонів у суднових холодильних установках. – матеріали науково-технічної конференції молодих дослідників «Суднові енергетичні установки: експлуатація та ремонт», Одеса, ОНМА, 2013.
5. Монреальський протокол 1987г. по речовинам, руйнівним озонному шару, Монреаль, 1987 г.