

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



ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

**ЗА МАТЕРІАЛАМИ
ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ
ОНЛАЙН-КОНФЕРЕНЦІЇ**

МОЛОДИХ ВЧЕНИХ, АСПІРАНТІВ ТА СТУДЕНТІВ

**«СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ХОЛОДИЛЬНОЇ
ТЕХНІКИ І ТЕХНОЛОГІЇ»**

27-28 листопада 2020 року



Одеса - 2020

УДК 621.56/59(03)

ББК 31.3

К-14

**Збірник докладів підготовлений під редакцією
доктора технічних наук, професора Хмельнюка М.Г Науковий секретар - к.т.н.доц.
Жихарєва Н.В.**

За достовірність інформації відповідає автор публікації

Збірник наукових праць за матеріалами Всеукраїнської науковотехнічної онлайн-конференції молодих учених та студентів «**Сучасні проблеми холодильної техніки і технології**» 27-28 листопада 2020 року. – Одеса : ТЕС., 2020. – 175 с.

До збірника включені матеріали сучасних наукових досліджень студентів, магістрів та аспірантів різних університетів і академій України.

Розглянуто наступні напрямки досліджень: холодильні машини і установки; теплообмінні апарати і процеси тепло масообміну; робочі речовини холодильних машин; системи кондиціонування повітря; Компресори та пневмоагрегати; енергетичні та екологічні проблеми холодильної техніки;холодильна технології; кріогенна техніка; інформаційні технології в холодильній техніці

©Одеська національна академія харчових технологій,2020

© Навчально-науковий інститут холоду, кріотехнологій та екоенергетики ім. В. С. Мартиновського

НАУКОВИЙ КОМІТЕТ

Голова - Єгоров Б.В. - ректор Одеської національної академії харчових технологій, Заслужений діяч науки і техніки України, Лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки, д-р техн. наук, професор

Поварова Н.М. – к.т.н., доцент, проректор з наукової роботи Одеської національної академії харчових технологій;

Косой Б.В. – д.т.н., професор, директор навчально-наукового Інституту холоду, кріотехнологій та екоенергетики Одеської національної академії харчових технологій;

Хмельнюк М.Г. - зав. кафедрою холодильних установок і кондиціонування повітря ОНАХТ, академік Міжнародної академії холоду, 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 В.О. - 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;

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

Організаційний комітет:

Голова – д.т.н., проф. Хмельнюк М.Г.;

Науковий секретар - к.т.н.доц. Жихарева Н.В.

Члени оргкомітету - к.т.н. доц. Зімін О.В., к.т.н.доц. Когут В.О., к.т.н. Яковлева О.Ю., к.т.н.доц. Желіба Ю.О., к.т.н. Трандафілов В.В., к.т.н. Остапенко О.В., к.т.н.доц. Подмазко О.С.

Тематичні напрями:

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

нту в присутності джерел дуже високої температури, а домогтися поширення полум'я не вдалося ні в одному з випробувань,[2].

Інформаційні джерела:

1. Весник «ЮНИДО в России» - №9, 2016
2. Повний текст висновків [Електроний адрес]-
<http://sae.org/standardsdev/tsb/cooperative/crp1234summary.pdf>
3. Bobbo s., groppo f., scattolini m., fedele l., 2011, R1234yf as a substitute of R134a in automotive air conditioning. Solubility measurements in commercial PAG, to be presented at iir int. Conference refrigeration icr2011, august 2011, prague.

Науковий керівник: Бригадир Л.Г. викладач ОТК ОНАХТ

R1234YF І МАСЛА

В.О.Куриленко, молодший спеціаліст ОТК ОНАХТ,

В останні кілька років більшість зусиль в області розробки і досліджень були зосереджені на пошуку хладагентів з низьким потенціалом глобального потепління (GWP). Роль каталізатора більшості цих зусиль може бути приписана європейського законодавства в частині регулювання застосування R134a в автомобільній промисловості. Зокрема, законодавство європейського союзу в області парникових газів наказує, що з першого січня 2011 року нові моделі автомобілів і з першого січня 2017 року нові транспортні засоби, оснащені системами кондиціонування повітря, не можуть проводитися з використанням парникових газів з коефіцієнтом глобального потепління більше 150. Були знайдені альтернативні холодоагенти, що володіють GWP <150, такі, як R152a, R-744 (CO₂) і R1234yf. Температура кипіння холодоагенту R1234yf при нормальних умовах на 3,7°С нижче, ніж у R134a. І має GWP = 4, що дозволяє вважати його можливою заміною R134a в автомобільному застосуванні. Також проводяться дослідження, де R1234yf застосовується як компонент суміші з холодоагентом R32 в якості заміни R410 в стаціонарних установках кондиціонування повітря.

На сьогоднішній день, дослідники та виробники зосередили свої зусилля в галузі вивчення R1234yf головним чином на таких властивостях, як займистість, токсичність, вплив на навколишнє середовище, сумісність з матеріалами, сумісність з маслами, продуктивність системи кондиціонування повітря, термодинамічні властивості, і в розробці рівняння стану. В даній статті наведені відомості про останні дані аналізу по сумісності R1234yf з існуючими на ринку маслами.

Досить низьке значення gwp рівне 3 досягається за рахунок малого часу «життя» молекули в атмосфері, що є результатом наявності подвійного зв'язку C = C в її структурі. Згадана подвійна вуглецевий зв'язок (іноді званої «етиленової»), може легко «розірватися» при взаємодії з атмосферою. Молекула R134a містить таку ж кількість атомів фтору і водню, як і R1234yf, але не має «етиленової» зв'язку в своїй структурі, що визначає більший час існування молекули в атмосфері в порівнянні з R1234yf. Отже, згідно з «грубому» аналізу, можна очікувати, що молекула R1234yf в

загальному випадку схиляється до нестабільності також в процесі роботи всередині циліндрів компресора, де на етиленовій зв'язок можуть впливати кілька речовин, що беруть участь в процесі стиснення. Це припущення часто зустрічається в обговореннях блогерів на різних інтернет-ресурсах, але не може бути правильно обгрунтовано. Поточний питання полягає в наявності зрозумілого пояснення досить складного можливої взаємодії холодоагенту з маслом і іншими матеріалами, присутніми в холодильному контурі. На рис. 1 приведена схема описаного взаємодії.



Рис. 1. Схема взаємодія холодоагенту в холодильному контурі (рендл (Randles), 2005)

Безліч друківаних робіт були опубліковані виробниками хладагентів (шпатціями (Spatz) та інші, 2009 рік), організаціями (SAE за допомогою GRP-1234yf і Jama), дослідницькими інститутами (Грім (Grimm) 2010), виробниками масел (Діксон, 2010) для дослідження стабільності R1234yf і масла. На противагу існуючим, автор не зміг знайти значиму роботу з описом інших можливих взаємодій, як показано на рис. 1 (тобто взаємодія з добавками, забрудненнями і тд.).

Основна частина випробувань проводилася відповідно до стандарту ASHRAE 97: труби були заповнені маслом і холодоагентом і потім нагріті до температури плюс 175 °C протягом 14 днів з додаванням алюмінію, міді і сталевих тирси.

Результати одноголосно говорять про те, що стабільність існуючих на ринку масел (PAG або POE) при взаємодії з R1234yf нижче, ніж при використанні R134a або R410a (фуджітака (fujitaka) і ін., 2010), за рахунок того, що спостерігається поява продуктів з високим вмістом руйнує кислоти. Результати, проте, помітно різняться між маслами типу PAG і між типами PAG і роє, більш, ніж при наведених вище даних для R134a. Грім (grimm) припустив, що одна з можливих причин - ступінь чистоти R1234yf.

Діксон (dixon) і фуджітака (fujitaka) та інші дослідники запропонували 2 різних можливих механізму хімічної нестабільності R1234yf, пов'язаних з присутністю он груп або ініціюють радикалів відповідно. Обидва механізми викликають ефект поділу етиленової зв'язку. Відповідно до запропонованого механізму, присутність груп складних ефірів прискорює згадане поділ, таким чином, застосування масла РОЕ в деяких випадках може бути більш критичним, ніж застосування PAG. Іншою проблемою, сильно впливає на надійність холодильної системи, є змішуваність / розчинність холодоагенту в маслі. Останні дослідження (шпатца (spatz) 2009 боббі (bobbo) та інші 2011) показали значну різницю в поведінці R1234yf в порівнянні з R134a при використанні масла PAG, спеціально розробленого для R134a.

Взагалі R1234yf показує більш низьку розчинність, ніж R134a в тому ж самому маслі, при тих же термодинамічних умовах і демонструє іноді великі області не-

змішуваності з утворенням двох фаз рідини в рівновазі з паровою фазою холодоагенту. Це явище визнано впливає на циркуляцію масла в холодильному контурі, повернення масла в компресор і, отже, на залягання масла в конденсаторі і випарнику, тим самим зменшуючи теплопередачу. Докладні результати випробування мініканального конденсатора, що працює з R1234yf і маслом PAG, розробленого для R134a, були представлені на конгресі міжнародного інституту холоду в празі в 2011 році.

Таким чином, робота, яка з'явилася у відкритому доступі протягом двох років, показує, що існуючі масла (рое або PAG), розроблені для R134a або r410a, не підходять для використання з R1234yf.

Відповідно, виробники масел працюють як над молекулярною структурою компонентів масляної суміші, так і над добавками (антикорозійна, антиоксидатної, що зменшує знос, задираки, з особливою увагою до антиоксидатної добавкам, оскільки присутність вологи є більш критичним для систем на R1234yf). Нове «покращене» масло PAG для транспортних систем кондиціонування на R1234yf було запропоновано декількома виробниками. Тривалі випробування роботи компресора виробниками обладнання дають обіцяють результати. Згідно з даними, опублікованими в літературі (дуже часто презентації роблять самі виробники) нові масла поведуться так само, як при роботі з R134a в суміші з маслом за умови умови термічної стабільності і смесиваємості. Ромі того, нові масла також стабільні при роботі з R134a.

Систематична програма випробувань з вимірюванням смесиваємості R1234yf з маслом PAG, спеціально розробленого для даного холодоагенту, здійснюється інститутом будівельних технологій - національним дослідницькою радою в падова (італія) і попередньо отримані результати говорять про гарну смесиваємості з R1234yf.

Наявні результати випробувань все ще не розкривають докладний поведінку масла в частині взаємодії зі смолами і ізоляційними матеріалами для обмоток електродвигуна.

Застосування масел PAG і рое, розроблених для R134a або r410a, може бути піддано критиці в частині стабільності і смесиваємості / розчинності для деяких застосувань R1234yf і рекомендовано для більш глибокого вивчення з різним співвідношенням R1234yf і масла, так само як і розгляд еластомерів і смол (включаючи ізоляцію елек тродвигателя в герметичних і напівгерметичних компресорах). Однак, з'являються у вільному публікації дані показують, що холодильна промисловість не готова зустрітися з проблемою переходу на новий тип масла, як це було з холодоагентами HFC і, попередніми їм холодоагентами CFC.

Інформаційні джерела:

1. Bobbo s., groppo f., scattolini m., fedele l., 2011, R1234yf as a substitute of R134a in automotive air conditioning. Solubility measurements in commercial PAG, to be presented at iir int. Conference refrigeration icr2011, august 2011, prague.
2. Dixon l., 2010, results of shrieve evaluations of 1234yf refrigerant on mobile a/c lubricant performance and system chemistry, sae 2010 alternate refrigerant & system efficiency symposium, july, scottsdale, arizona.

3. Fujitaka a., shimizu t., sato s., kawabe y., 2010, application of low global warming potential refrigerants for room air conditioner, int. Symposium on next-generation air conditioning and refrigeration technology, 17-19 february 2010, tokyo, japan.
4. Grimm u., 2010, complex interactions of low gwp refrigerants, a/c oils, and materials in mac circuits, sae 2010 alternate refrigerant & system efficiency symposium, july, scottsdale, arizona.
5. Ikegami t., iguchi m., aoki k., iijima k., 2008, jama-japia new refrigerants evaluation results, sae 2008 alternate refrigerant & system efficiency symposium, 10-12 june, phoenix, arizona.
6. Randles s. J., 2005, refrigeration lubricants, in rudnick l.r. editor. Synthetics, mineral oils, and biobased lubricants: chemistry and technology, crc press, ch. 30, pp. 493-516
7. Spatz m., 2009, hfo-1234yf technology update, vda 2009 winter meeting, saafalden, austria.
8. Wieschollek f., 2009, compressor testing results & findings with the usage of hfo-1234yf, vda 2009 winter meeting, saafalden, austria.
9. Zilio c., brignoli r., brown j.s., 2011, experimental analysis of a minichannel air cooled condenser operating with R1234yf, to be presented at iir int. Conference refrigeration icr2011, august 2011, prague

Науковий керівник Бригадир Л.Г. викладач ОТК ОНАХТ

УДК 697.91.94.97

АНАЛІЗ СИСТЕМ КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ З ЗОНАЛЬНИМ ОХОЛОДЖЕННЯМ

Птацук О.О , магістр ІХКЭ ОНАХТ, Користа В.Ю магістр ІХКЭ ОНАХТ,

Багатозональні системи кондиціонування повітря є найбільш вдало розробленими системами, які дозволяють якісно і комфортно підтримувати задані параметри повітря в промислових приміщеннях, де необхідно підтримувати різні параметри виробництва відразу в декількох приміщеннях.

У сучасній промисловості необхідно підтримувати комфортну температуру повітря на робочому місці. Існує багато різних методів підтримки температури повітря (припливно-витяжна вентиляція, кондиціонування і охолодження). Проте усі ці методи слабо ефективні в гарячих цехах. Доводиться застосовувати зональне охолодження повітря зони, в якій знаходиться робітник. В основному застосовується спрямований повітряний потік, що обдувається робоче місце. Проте такий захід в жаркому цеху не призводить до позитивного результату.

Вирішення цього питання можливе із застосуванням установки з ежекторним теплообмінником. Охолодження повітря здійснюється за рахунок уприскування мелкодисперсних крапель води в розігнаний потік повітря в ежекторі - теплообміннику.

<i>Мовчан В.В бакалавр ОТК ОНАХТ, Науковий керівник Бригадир Л.Г. викладач ОТК ОНАХТ.....</i>	44
R1234YF I МАСЛА	
<i>В.О.Куриленко, молодший спеціаліст ОТК ОНАХТ, Науковий керівник Бригадир Л.Г. викладач ОТК ОНАХТ.....</i>	47
АНАЛІЗ СИСТЕМ КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ З ЗОНАЛЬНИМ ОХОЛОДЖЕННЯМ	
<i>Птащук О.О , магістр ОНАХТ, Користа В.Ю магістр ОНАХТ, Науковий керівник : Козут В.О. .к.т.н.,доцент кафедри ХУіКП ОНАХТ.....</i>	50
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРОВОГО КОНТУРУ ПРОМИСЛОВОГО КОНДИЦІОНЕРУ ПІД ВИСОКИМ ТИСКОМ	
<i>Користа В.Ю., магістр ОНАХТ, Птащук ,О.О магістр ОНАХТ, Науковий керівник : Козут В.О. .к.т.н., доцент кафедри ХУіКП ОНАХТ... </i>	51
ОСОБЛИВОСТІ ТЕПЛОУТИЛІЗАТОРІВ ДЛЯ СПОРТИВНИХ КОМ- ПЛЕКСІВ	
<i>Крючков А.В магістрант ІХКЕ ОНАХТ,. Кружилов О.Г, бакалавр ІХКЕ Науковий керівник Жихарева Н.В: к.т.н., доцент кафедри ХУіКП ОНАХТ... </i>	52
ДОСЛІДЖЕННЯ ТА РОЗРОБКА СУДНОВИХ ДВОКАНАЛЬНИХ СИСТЕМ КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ З ДОВОДЖУВАЧАМИ МЕТОДОМ ТЕРМО-ЕКОНОМІЧНОГО АНАЛІЗУ.	
<i>Магденко О.І. магістрант ІХКЭ ОНАХТ, м. Одеса,бакалавр, Кружилов О.Г, бакалавр ІХКЕ ОНАХТ</i>	
<i>Науковий керівник Жихарева Н.В: к.т.н., доцент кафедри ХУіКП ОНАХТ</i>	54
ДОСЛІДЖЕННЯ СПОСОБІВ ГІГРОТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ ПОВІТРЯ ПРИ СТВОРЕННІ МІКРОКЛІМАТУ В ЕНТОМОЛОГІЧНИХ ЛАБОРА- ТОРІЯХ	
<i>Астахов М.Е., магістр ОНАХТ</i>	
<i>Науковий керівник: Піщанська Н.О., к.т.н., доцент кафедри холодильних установок і кондиціювання повітря ОНАХТ.....</i>	57
ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ СИСТЕМИ КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ В РЕАЛІЗАЦІЇ АДАПТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ ЕНТО- МОКУЛЬТУР	
<i>Борщов Д.В., магістр ОНАХТ</i>	
<i>Науковий керівник: Піщанська Н.О., к.т.н., доцент кафедри холодильних установок і кондиціювання повітря ОНАХТ.....</i>	58
ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ КАМЕРИ ЗРОШУВАННЯ В ЦЕНТРАЛЬНИХ СУДНОВИХ КОНДИЦІОНЕРАХ	
<i>Дичинський В.І., магістр магістр ОНАХТ</i>	
<i>Науковий керівник: Піщанська Н.О., к.т.н., доцент кафедри холодильних установок і кондиціювання повітря ОНАХТ.....</i>	60
ЗАСТОСУВАННЯ ВИМОРОЖУВАЛЬНИХ УСТАНОВОК ДЛЯ ОПРІСНЕННЯ ВОДИ	

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

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

ЗА МАТЕРІАЛАМИ
ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ
ОНЛАЙН-КОНФЕРЕНЦІЇ

МОЛОДИХ ВЧЕНИХ, АСПРАНТІВ ТА СТУДЕНТІВ

«СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ХОЛОДИЛЬНОЇ ТЕХНІКИ І ТЕХНОЛОГІЇ»

27-28 листопада 2020 року

©Одеська національна академія харчових технологій
© Навчально-науковий інститут холоду, кріотехнологій
та екоенергетики ім. В. С. Мартиновського