

**Міністерство освіти і науки України
Одеська національна академія харчових технологій
Навчально-науковий інститут холоду, кріотехнологій
та екоенергетики ім. В.С. Мартиновського ОНАХТ**



ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

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

МОЛОДИХ ВЧЕНИХ, АСПІРАНТІВ ТА СТУДЕНТІВ

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

14 -15 травня 2021 року



Одеса - 2021

УДК 621.56/59(03)
ББК 31.3
К-14

Збірник наукових праць 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 за матеріалами Всеукраїнської науковотехнічної онлайн-конференції молодих учених та студентів «**Стан, досягнення і перспективи холодильної техніки і технології**» 14-15 травня 2021 року. – Одеса : ТЕС, 2021 – 116 с.

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

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

©Одеська національна академія харчових технологій
© 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 - проф. Хмельнюк М.Г.;

Науковий секретар - к.т.н. Жихарєва Н.В.

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

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

З рис.4 видно, що в результаті підвищення температури охолодження відбувається плавна зміна холодильного коефіцієнта EER , максимальне значення якого склало 6,534 при $T_0 = 263$ К.

Відзначимо, що в області значень температури нижче 193 К ефективність РЛГХМ значно вище, ніж у ПКХМ. Це ускладнення пов'язане з необхідністю переходу до двоступінчастим стиску в ПКХМ, що призводить до підвищення вартості цих установок.

Таким чином, використання роторно-лопатевої газової холодильної машини дозволяє нам працювати в більш широкому діапазоні значень температур охолодження (від 173 до 273 К) в одній машині і отримувати більш високу енергетичну ефективність.

Дослідження впливу робочих тіл на холодопродуктивність роторно-лопатевої газової холодильної (гелій, азот, метан). Для всіх робочих тіл були отримані залежності холодопродуктивності Q_0 і холодильного коефіцієнта EER для РЛГХМ. Температура охолодження становила 233 К. Спостерігається, що для всіх робочих тіл холодопродуктивність збільшується зі швидкістю обертання валу.

При використанні гелію холодопродуктивність склала 12050 Вт, а ефективність EER дорівнює 5,902. У разі використання азоту, холодопродуктивність склала 9156 Вт, що менше на 24% в порівнянні з використанням гелію, а максимальне значення EER дорівнює 5,56, що менше на 6 % ніж для гелію.

Запропоноване рішення для удосконалення конструкції РЛГХМ дозволяє досягти високих значень основних показників, що висувуються до поршневих ГХМ Стірлінга, головним з яких є зменшення масогабаритних характеристик на 250 %. Це в свою чергу дозволяє досягти підвищення енергоефективності на 15 %. Виходячи з проведеної стандартизації та уніфікації машини за рахунок застосування серійно виготовлених деталей дозволяє підвищити ступінь конструкторської та технологічної наступності. Зі зменшенням кількості сполучених деталей досягнуто підвищення надійності. Використання природних робочих тіл знижує шкідливий вплив на навколишнє середовище.

Науковий керівник Трандафілов В.В., к.т.н., ст. викладач кафедри холодильних установок і кондиціонування повітря ОНАХТ

УДК 621.59

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА АНАЛІЗ РОБОТИ СУДНОВОЇ ХОЛОДИЛЬНОЇ УСТАНОВКИ, ЯКА ПРАЦЮЄ НА ПРИРОДНИХ РОБОЧИХ ТІЛАХ

Савін І.О., магістрант ІХКЕ ОНАХТ

На сьогоднішній день тільки в Європі в 2021р. використано 140 000 000 000 м³ супутного нафтового газу (СНГ). Перевага СНГ полягає в його зниженому впливі на навколишнє середовище. При спалюванні СНГ в порівнянні з природним газом вміст СО у відпрацьованих газах на 10% вище, що в п'ять разів менше ніж при спалюванні бензину, дизельного палива, мазуту. Зміст же сірководню у відпрацьованих газах СНГ - мінімальний, без

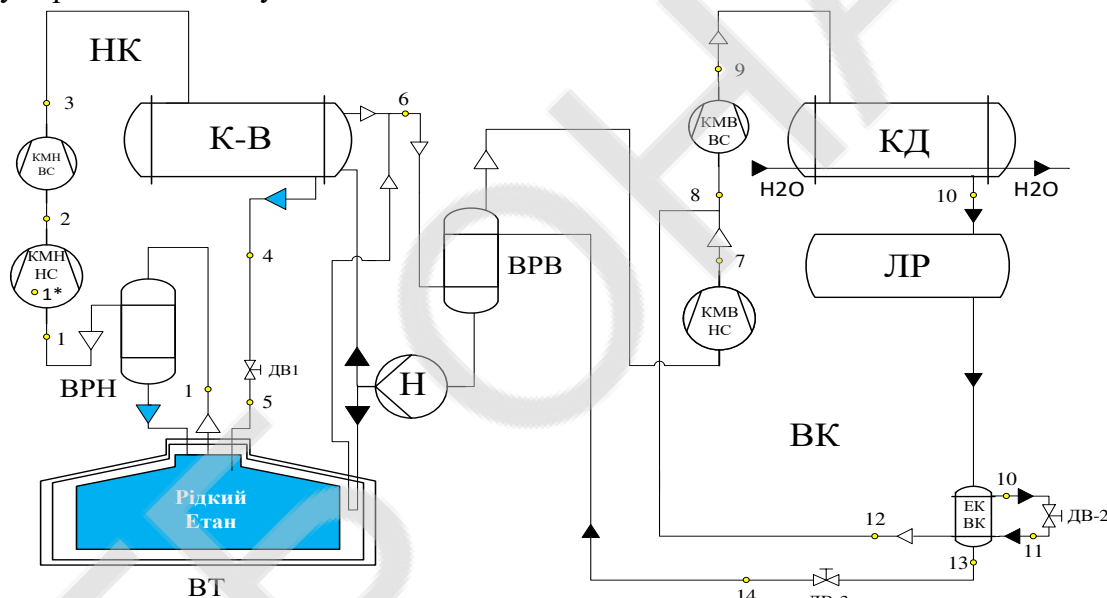
утворення п'ятиокису ванадію, бензопірену, пилу золотих частинок, сажі і сірчастого ангідриду.

Розглядаючи супутній нафтовий газ, слід звернути увагу на той факт, що з кожним роком попит на нього у всьому світі зростає на 3-4,5%, а це в свою чергу потребує все більш досконалих холодильних систем транспортування СНГ, оскільки ресурси виснажуються і вимоги до зниження втрат при транспортуванні стають все більш жорсткішими.

Мета та завданням даного дослідження являється вивчення та удосконалення каскадної холодильної машини для реконденсації СНГ при транспортуванні та аналіз ефективності застосування ПКХМ в установках повторної реконденсації СНГ при транспортуванні.

Об'єктом дослідження є каскадна холодильна установка для реконденсації СНГ, яка працює на різних холодильних агентах, а також з додатковими елементами для підвищення холодопродуктивності установки, що впливає на енергомісткість штучного холоду та впливу на оточуюче середовище.

Основним методом дослідження є порівняння показників впливу системи на оточуюче середовище, а також показників енергоефективності при роботі установки на різних робочих речовинах та при модифікації циклу шляхом включення переохолоджувача рідкого агенту верхнього каскаду.



КМН НС – компресор першого ступеню нижнього каскаду; КМН ВС - компресор другого ступеню нижнього каскаду; К-В – конденсатор – випарник; ДВ1 - дросельний вентиль нижнього каскаду; ДВ2 – дросельний вентиль верхнього каскаду; ВРН – відокреплювач рідини нижнього каскаду; КМВНС – компресор першого ступеня верхнього каскаду; КМВНС – компресор другого ступеня верхнього каскаду; КД – конденсатор верхнього каскаду; ЛР – лінійний ресивер верхнього каскаду; ЕК ВК – Економайзер верхнього каскаду; ВРВ – відокремлювач рідини верхнього каскаду; Н – насос; ВТ – вантажний танк.

Проведено тепловий розрахунок базового циклу. Зведено результати розрахунків на всіх запропонованих альтернативних холодильних агентах в таблиці 1.

З усіх альтернатив R22 хладону, найкращі показники енергоефективності та екологічності належать природнім агентам, такі як R717, R290, R1270 та хладону R407C.

В базовому циклі присутні значні втрати холоду при дроселюванні частки для охолодження основного потоку в економайзері, що відображається на ступеню термодинамічної досконалості. Тому було запропоновано встановити переохолоджувач рідкого агенту після

конденсатору для того, щоб знизити втрати при дроселюванні та підвищити енергоефективність циклу.

Проведено розрахунок модифікованого циклу на всіх альтернативних агентах. З усіх альтернатив R22 хладону в оновленому циклі, найкращі показники енергоефективності та екологічності належать природнім агентам, такі як R717, R290, R1270 та хладону R407C як й в стандартному циклі.

Запропонований переохолоджував мінімізує втрати холоду, підвищує ступінь термодинамічної досконалості, а також підвищує економічність система, про що свідчать результати розрахунків. Враховуючи той факт, що сьогодні мається дуже велика проблема виснаження енергоресурсів планети, дане вдосконалення є доречним, оскільки допоможе знизити витрату енергоресурсів, а також підвищить економію. Виявлено, що зниження частки 20 – 30 % призводить до зниження витрати електроенергії від 3 до 12 % в залежності від робочих тіл, що в свою чергу знижує споживання палива 3 – 12 % енергоустановкою.

Таблиця 1

Результати теплового розрахунку базового циклу

| Параметр | R717 | R290 | R1270 | R407C | R404A | R402A |
|--------------------------------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|
| q_0 , кДж/кг | 1197 | 327 | 334 | 190 | 138 | 139 |
| W_a , кДж/кг | 436,1 | 128,7 | 130,25 | 69,11 | 69,89 | 65,91 |
| W_d , кДж/кг | 727 | 214,5 | 217,08 | 125,66 | 116,48 | 109,85 |
| q_k , кДж/кг | 1155 | 372 | 382 | 181,76 | 140,4 | 145,4 |
| q_{v_0} , кДж/м ³ | 1197 | 1211,1 | 1452,2 | 1461,5 | 1380 | 1433 |
| M_a , кг/с | 1,38 | 5,05 | 4,95 | 8,7 | 11,98 | 11,89 |
| γ , % | 13 | 31 | 29 | 30 | 44 | 39 |
| N_a , кВт | 602 | 655,44 | 644,47 | 601,46 | 836,97 | 783,67 |
| N_d , кВт | 1003,7 | 1084,06 | 1074,11 | 1093,02 | 1394,95 | 1306,11 |
| $COP_T^{уд}$ | 0,57 | 1,27 | 1,27 | 1,67 | 1,66 | 1,7 |
| $COP_d^{уд}$ | 0,35 | 0,82 | 0,82 | 1,06 | 1,1 | 1,12 |
| $COP_T^п$ | 1,06 | 1,01 | 1,02 | 1,06 | 0,86 | 0,9 |
| $COP_d^п$ | 0,68 | 0,64 | 0,65 | 0,64 | 0,54 | 0,57 |
| $\dot{\eta}_{стг}^{уд}$ | 0,32 | 0,71 | 0,7 | 0,93 | 0,92 | 0,94 |
| $\dot{\eta}_{стгд}^{уд}$ | 0,19 | 0,46 | 0,45 | 0,59 | 0,61 | 0,62 |
| $\dot{\eta}_{стг}^п$ | 0,59 | 0,56 | 0,57 | 0,59 | 0,48 | 0,5 |
| $\dot{\eta}_{стгд}^п$ | 0,38 | 0,36 | 0,36 | 0,36 | 0,3 | 0,32 |

В кваліфікаційній роботі вирішено задачу розробки та дослідження каскадної холодильної установки для зрідження СНГ, що забезпечує скорочення енерговитрат та витрат дизельного пального на 3 – 12 % за рахунок встановлення переохолоджувача рідкого агенту після конденсатору, що також знижує частину рідини, що необхідна для охолодження основного потоку в економайзері на 20 – 30 %. Виявлено та реалізовано енергопотенціал установки шляхом впровадження вищеописаних удосконалень та в підсумку енерго та ресурсозбереженням.

Науковий керівник: Трандафілов В.В., к.т.н., ст. викладач кафедри холодильних установок і кондиціонування повітря ОНАХТ

СЕКЦІЯ №1 –ХОЛІДИЛЬНІ УСТАНОВКИ ТА КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ

РОЗРОБКА І АНАЛІЗ ХОЛОДИЛЬНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ПОВТОРНОГО ЗРІДЖЕННЯ СУПУТНЬОГО НАФТОВОГО ГАЗУ З ВИКОРИСТАННЯМ ЦИКЛУ СТРЛІНГА

Волянський А.О., магістрант ІХКЕ ОНАХТ

Науковий керівник Трандафілов В.В., к.т.н., ст. викладач кафедри холодильних установок і кондиціювання повітря ОНАХТ4

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА АНАЛІЗ РОБОТИ СУДНОВОЇ ХОЛОДИЛЬНОЇ УСТАНОВКИ, ЯКА ПРАЦЮЄ НА ПРИРОДНИХ РОБОЧИХ ТІЛАХ

Савін І.А., магістрант ІХКЕ ОНАХТ

Науковий керівник Трандафілов В.В., к.т.н., ст. викладач кафедри холодильних установок і кондиціювання повітря ОНАХТ.....7

РОЗРАХУНОК ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕЧІЇ ГАЗУ У РОБОЧОМУ КОЛЕСІ ВІДЦЕНТРОВОГО КОМПРЕСОРА ЗА ДОПОМОГОЮ СУЧАСНИХ ПРОГРАМНИХ КОМПЛЕКСІВ

Лазаренко А. Д., студент, гр. ХК-71/1К, СумДУ, м. Суми

Науковий керівник; Ванєєв С.М., к.т.н., доцент кафедри технічної теплофізики СумДУ.....10

НОВА СХЕМА З'ЄДНАННЯ ЄМНОСТЕЙ ПРОМІЖНОГО ХОЛОДОНОСІЮ В СИСТЕМАХ З АКУМУЛЯЦІЄЮ ХОЛОДУ

Коваленко А.Є., магістрант ІХКЕ ОНАХТ, Рімашевський Ю.С., Науково-

інженерне об'єднання Холод, Желіба Т.О., ОНП.....11

ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ УЛЬТРАЗВУКОВИХ ЗВОЛОЖУВАЧІВ ПОВІТРЯ В СИСТЕМАХ КОНДИЦІОНУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Матюшко А.С., магістрант, ІХКЕ ОНАХТ

Науковий керівник: Піщанська Н.О., доцент, ІХКЕ ОНАХТ.....12

АНАЛІЗ РОЗПОДІЛУ ГАЗОВОГО ТА РІДИННОГО ПОТОКІВ У НАСАДКОВОМУ ШАРІ ЗВОЛОЖУВАЧА ПОВІТРЯ ДЛЯ СИСТЕМИ ПІДГОТОВКИ МІКРОКЛІМАТУ

Міхайлов М.П., магістрант, ІХКЕ ОНАХТ

Науковий керівник: Піщанська Н.О., доцент, ІХКЕ ОНАХТ.....14

.ВИКОРИСТАННЯ ХОЛОДУ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ МЕДПРЕПАРАТІВ ЗА РАХУНОК СУБЛІМАЦІЇ

Амасьонко О.В., магістрант, ІХКЕ ОНАХТ

Науковий керівник: Піщанська Н.О., доцент, ІХКЕ ОНАХТ.....16

ТРАНСФОРМАЦІЯ ХОЛОДИЛЬНИХ АГЕНТІВ ТРИВАЄ

Рахімов Р.Р., студент ВСП «ОТФК ОНАХТ», м. Одеса

**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

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

14-15 травня 2021 року

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