

**Міністерство освіти і науки України
Одеський національний технологічний університет
Навчально-науковий інститут холоду, кріотехнологій
та екоенергетики ім. В.С. Мартиновського ОНТУ**



**ВСЕУКРАЇНСЬКА НАУКОВО-ТЕХНІЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
МОЛОДИХ ВЧЕНИХ ТА ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ
«СТАН, ДОСЯГНЕННЯ І ПЕРСПЕКТИВИ ХОЛОДИЛЬНОЇ
ТЕХНІКИ І ТЕХНОЛОГІЇ»**

*Присвячена 100-річчю інституту холоду, кріотехнологій
та екоенергетики ім. В.С. Мартиновського*

19-20 квітня 2022 року

Збірник тез доповідей



Одеса – 2022 р

Збірник тез доповідей 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 тез доповідей за матеріалами Всеукраїнської науково-технічної онлайн-конференції молодих вчених та здобувачів вищої освіти «**Стан, досягнення і перспективи холодильної техніки і технології**», Одеса, 2022 р. (19-20 квітня) – 113 с.

До збірника включені матеріали сучасних наукових досліджень здобувачів вищої освіти та молодих вчених університетів і академій України.

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

Матеріали подано українською та англійською мовами.

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

Заступники голови:

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;

Члени наукового комітету:

Хмельнюк М.Г. - зав. кафедрою холодильних установок і кондиціонування повітря ОНАХТ, д.т.н., професор;

Мілованов В.І. - заслужений діяч науки і техніки України, д.т.н., професор;

Коновалов Д.Т. - завідувач кафедри Теплотехніки філії НУК ім. адм.Макарова, Херсонська філія, д.т.н., професор;

Тітлов О.С.- завідувач кафедри нафтогазових технологій, інженерії та теплоенергетики ОНАХТ, д.т.н., професор

Морозюк Л.І. - д.т.н., професор кафедри кріогенної техніки ОНАХТ ;

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.т.н., професор;

Симоненко Ю.М. - зав. кафедрою кріогенної техніки ОНАХТ, д.т.н., професор;

Жихарєва Н.В.- к.т.н., доцент кафедри холодильних установок і кондиціонування повітря ОНАХТ.

Організаційний комітет:

Голова – д.т.н., проф. Хмельнюк М.Г.;

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

Члени оргкомітету - к.т.н. доц. Зімін О.В., к.т.н., доц. Когут В.О., к.т.н. доц. Яковлева О.Ю., к.т.н., доц. Трандафілов В.В., к.т.н. Грудка Б.Г., стаж-викл. Басов А.М., асп. Сазанський А.Р., асп. Крушельницький Д.О.

КРІОГЕННЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАСАДОЧНИХ КОЛОН З ВИКОРИСТАННЯМ СТУПЕНЕВОГО КОНДЕНСАТОРА-ТЕРМОСИФОНУ

Медушевський Є.В., аспірант кафедри кріогенної техніки ОНАХТ, м. Одеса

У послідовності отримання важких інертних газів фінішною технологією є ректифікація. Враховуючи відносно невеликі витрати продуктів ($F = 1 \dots 5 \text{ нм}^3/\text{год}$) процес очищення від низькокиплячих домішок здійснюють переважно у колонах з контактним насадковим простором. Так як температури кипіння компонентів, що відокремлюються в колоні (N_2 , CO , Ar , O_2) нижче 100 K в якості охолоджуючого середовища в конденсаторах колон використовують киплячий азот. Однак застосування цієї відносно доступної та екологічної речовини може призвести до замерзання на стінках конденсатора цільових компонентів (Kr та Xe). Температури переходу в твердий стан криптону і ксенону дорівнюють 116 K і 161 K відповідно. Тобто, на десятки градусів вище азотних температур. Виключити можливість замерзання Kr і Xe в процесі азотного охолодження колон можна за рахунок введення в конденсатор проміжного теплоносія. Подібне технічне рішення широко використовується у теплотехніці для відведення охолодження теплонапружених об'єктів. Пристрої такого типу названі термосифонами і є більш спрощеним варіантом теплових труб з пористими наповнювачами. Тепловий потік в таких пристроях значно перевищує інтенсивність перенесення енергії за рахунок теплопровідності металів.

Принцип роботи теплових труб заснований на протічанні пари та рідини. Пара генерується в теплій зоні при охолодженні об'єкта, а рідина утворюється за рахунок відведення тепла зовнішньому охолоджуючому середовищу (рис. 1). Після цього конденсат повертається у теплу зону, де відбувається кипіння. При цьому в термосифон краплі потрапляють в теплу зону під дією сили тяжіння, а в тепловій трубі – за рахунок капілярних сил. На відміну від термосифона, теплові труби з наповнювачем можуть працювати практично в будь-якому положенні і в невагомості, оскільки гравітація практично не впливає на повернення рідини в зону випаровування.

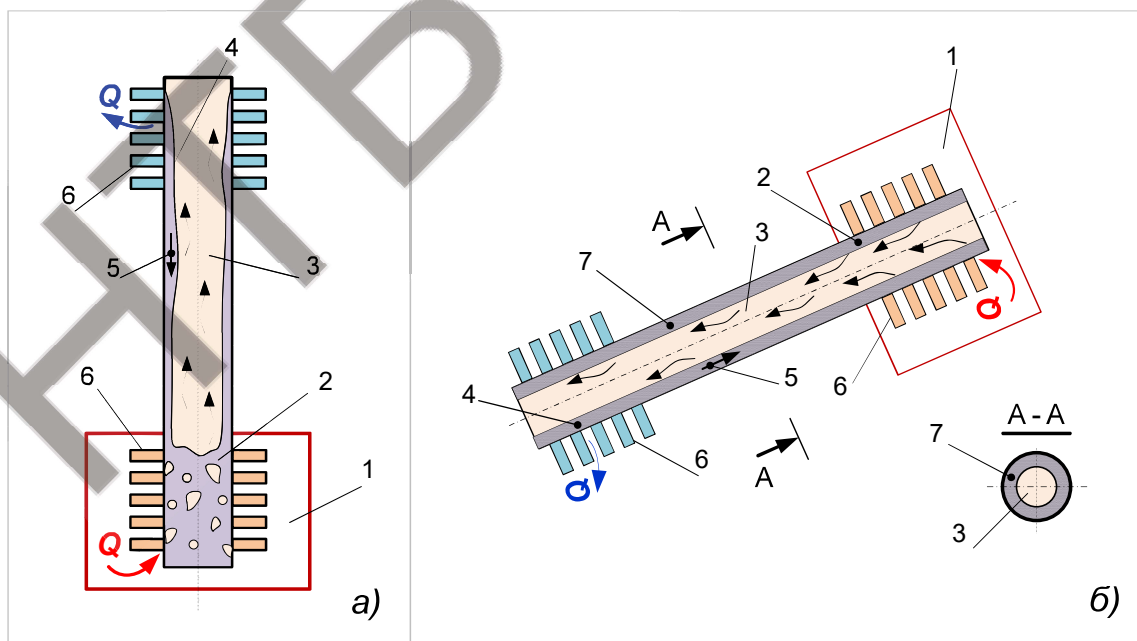


Рис. 1. Основні елементи термосифона (а) та теплової труби (б):

*1 – об'єкт охолодження; 2 – зона випаровування; 3 – паровий простір; 4 – зона конденсації;
5 – напрямок руху рідини; 6 – ребра; 7 – пористий шар (фітіль, кераміка)*

На рисунку 2 показані варіанти конденсаторів ректифікаційних колон, в яких між речовиною в колоні та зовнішнім охолоджувачем (рідким азотом) передбачений додатковий контур з проміжним холодоагентом, аналогічно рис. 1а. При роботі звичайного конденсатора зовнішній холодоагент $N_{2(L)}$ омиває зовнішню поверхню трубок охолодної сорочки 3 (рис. 2а). За рахунок різниці температур порожнини 2 відбувається конденсація парів речовини в колоні $Kr_{(V)} \rightarrow Kr_{(L)}$, а зовнішній холодоагент випаровується $N_{2(L)} \rightarrow N_{2(V)}$ і виводиться у зону скидання. Рідка криптенова флегма $Kr_{(L)}$ зрештує контактний простір колони 1 і під дією гравітації рухається вниз у протитоці з парою $Kr_{(V)}$, забезпечуючи процес ректифікації.

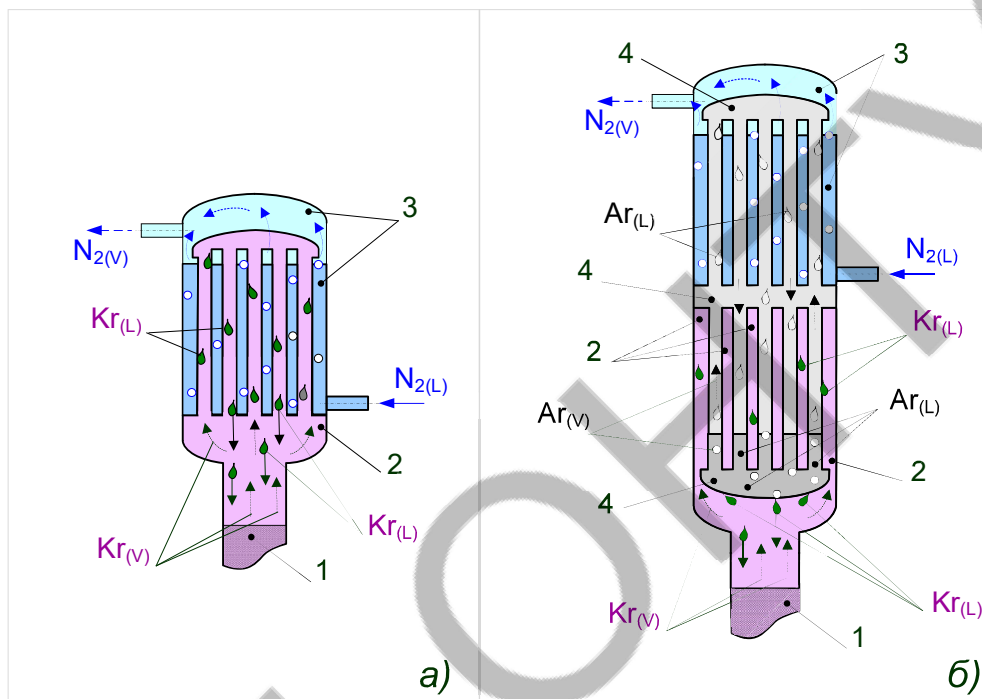


Рис. 2. Схеми конденсаторів колон ректифікації. а) – класичного типу; б) – з термосифоном: 1 – контактний простір колони, заповнений масообмінними елементами; 2 – порожнина конденсатора, у якій генерується криптенова флегма; 3 – охолодна сорочка з киплячим азотом; 4 – порожнина термосифону, заповнена проміжним холодоагентом, наприклад, аргоном; індекс «L» – рідка речовина; індекс «V» – пара.

У конденсаторі з термосифоном є додаткова порожнина 4 (рис. 2б), яка заповнена, наприклад, аргоном. За рахунок відведення тепла до киплячого азоту в порожнині 3 пари проміжного холодоагенту конденсуються у верхній частині апарату $Ar_{(V)} \rightarrow Ar_{(L)}$. Рідкий аргон стікає в нижню секцію 2 і служить для відведення тепла від парів криптону та конденсації флегми. Проміжний холодоагент в термосифон вибирають з урахуванням властивостей речовини, що очищається в колоні. Аналіз P - T -залежностей показує, що для запобігання замерзанню криптону достатньо підтримувати в термосифоні тиск не нижче 1,0 МПа. Щоб запобігти переходу в твердий стан аргону слід підтримувати тиск у азотній ванні $P_{N_2} > 0,2$ МПа. Стабілізацію тиску P_{N_2} можна здійснити за допомогою пневматичного регулювальника типу «до себе».

Для ректифікації ксенону у якості проміжного холодоагенту рекомендується використовувати тетрафторметан (R14). Крім аргону і фреону-14 у якості проміжних холодоагентів можуть бути застосовані також метан, криптон і оксид азоту.

Науковий керівник: Симоненко Ю.М., д.т.н., завідувач
кафедри кріогенної техніки ОНАХТ

**СЕКЦІЯ №2 – НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНІ ХОЛОДИЛЬНІ І КРІОГЕННІ
МАШИНИ ТА УСТАНОВКИ, ГАЗОТУРБІННІ УСТАНОВКИ ТА
КОМПРЕСОРНІ СТАНЦІЇ**

- | | | |
|---|--|----|
| 1 | ОПРІСНЮВАЛЬНА УСТАНОВКА ЯК ЕЛЕМЕНТ СИСТЕМИ
ТРИГЕНЕРАЦІЇ ЦЕНТРА ОБРОБКИ ДАНИХ МАЛОЇ ЕНЕРГЕТИКИ | 81 |
| | <i>Анатолій Басов, викладач-стажист, аспірант кафедри кріогенної техніки ОНАХТ</i>
Науковий керівник: <i>Морозюк Л.І., д.т.н., професор</i>
<i>кафедри кріогенної техніки ОНАХТ</i> | |
| 2 | АБСОРБЦІЙНИЙ ТЕПЛОВИЙ НАСОС ДЛЯ СИСТЕМИ АКУМУЛЯЦІЇ
ТЕПЛОТИ ДАТА-ЦЕНТРІВ | 82 |
| | <i>Артем Куколев, аспірант кафедри екоенергетики, термодинаміки та прикладної</i>
<i>екології ОНАХТ</i>
Науковий керівник: <i>Косой Б.В., д.т.н., професор кафедри екоенергетики,</i>
<i>термодинаміки та прикладної екології ОНАХТ</i> | |
| 3 | СИСТЕМА ТРИГЕНЕРАЦІЇ МАЛОЇ ЕНЕРГЕТИКИ У ЦЕНТРАХ ОБРОБКИ
ДАНИХ | 84 |
| | <i>Максим Шарасв, магістр кафедри кріогенної техніки ОНАХТ</i>
Науковий керівник: <i>Морозюк Л.І., д.т.н., професор</i>
<i>кафедри кріогенної техніки ОНАХТ</i> | |
| 4 | АНАЛІЗ ПРОЦЕСІВ РЕКУПЕРАЦІЇ СКИДОГО ТЕПЛА ЦЕНТРІВ ОБРОБКИ
ДАНИХ | 85 |
| | <i>Ярослав Петушков, магістр кафедри кріогенної техніки ОНАХТ</i>
Науковий керівник: <i>Морозюк Л.І., д.т.н., професор</i>
<i>кафедри кріогенної техніки ОНАХТ</i> | |
| 5 | ТЕПЛОВИЙ НАСОС В СИСТЕМІ РЕКТИФІКАЦІЇ ДЛЯ ЦІЛОРІЧНОГО
ОТРИМАННЯ ЧИСТОГО ПРОПАНАУ З СУМІШІ ПРОПАН-БУТАН | 86 |
| | <i>Євген Костенко, аспірант кафедри кріогенної техніки ОНАХТ</i>
Науковий керівник: <i>Морозюк Л.І., д.т.н., професор</i>
<i>кафедри кріогенної техніки ОНАХТ</i> | |
| 6 | АНАЛІЗ ТЕРМОДИНАМІЧНИХ СХЕМ АБСОРБЦІЙНО-КОМПРЕСОРНИХ
ТЕРМОТРАНСФОРМАТОРІВ З ТЕПЛОВИМ ПРИВОДОМ КОМПРЕСОРА | 87 |
| | <i>Сергій Псарьов, аспірант кафедри кріогенної техніки ОНАХТ</i>
Науковий керівник: <i>Морозюк Л.І., д.т.н., професор</i>
<i>кафедри кріогенної техніки ОНАХТ</i> | |
| 7 | ТЕРМОДИНАМІЧНИЙ АНАЛІЗ PRICO-ПРОЦЕСУ ЗРІДЖЕННЯ
ПРИРОДНОГО ГАЗУ | 88 |
| | <i>Ольга Бородінська, магістр кафедри кріогенної техніки ОНАХТ</i>
Науковий керівник: <i>Соколовська-Єфименко В.В., к.т.н., доцент</i>
<i>кафедри кріогенної техніки ОНАХТ</i> | |
| 8 | КРІОГЕННЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАСАДОЧНИХ КОЛОН З
ВИКОРИСТАННЯМ СТУПЕНЕВОГО КОНДЕНСАТОРА-
ТЕРМОСИФОНУ | 91 |
| | <i>Медушевський Є.В., аспірант кафедри кріогенної техніки ОНАХТ</i> | |