

**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.

УДК 621.5

УТИЛІЗАЦІЙНА ТУРБОДЕТАНДЕРНА УСТАНОВКА ГАЗОТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ

Шиян Л. Р., магістрант ОНАХТ, м. Одеса

Одним із актуальних та першочергових завдань ефективного розвитку України являється проблема енергозбереження та енергоефективності, у тому числі, при транспортуванні та споживанні природного газу, який займає провідне, а інколи, і визначальне місце в енергетичних системах переважної більшості країн.

Природний газ, основу якого складає метан, транспортується по магістральних трубопроводах при тисках 4,5-7,5 МПа, що визначається вимогами до їх пропускної спроможності, а тиск в процесах його практичного споживання є значно нижчим. Перед подачею газу з магістрального газопроводу до споживача тиск проходить кілька етапів зниження на газорозподільних станціях (ГРС) та газорозподільних пунктах (ГРП). Наприклад, на більшості ГР його знижують від 4,5-7,5 МПа до 1,2-1,6 МПа, а на ГРП від 1,2-1,6 МПа до 0,15-0,3 МПа [2].

При традиційній системі газопостачання тиск газу знижується в простих, з технічної точки зору, редукційно-дросельних установках, в яких має місце термодинамічно неефективний процес розширення газу. При цьому практично не змінюється ентальпія природного газу, але втрачається його робото спроможність (ексергія), так як процес адіабатичного дроселювання в редукційних установках являється необоротним та супроводжується високим рівнем деградації енергії.

Таким чином технологія споживання природного газу супроводжується значними втратами потенційної енергії при зниженні тиску і тому, енергозбереження стає одним із факторів, що визначають ефективність та економічність систем підготовки та транспорту природного газу. Утилізація енергії надлишкового перепаду тиску природного газу при його редукуванні в системах газорозподілу та газоспоживання є одним із видів енергозбереження в газотранспортній системі та виявляється досить перспективною на сьогодні.

В системі трубопровідного транспорту природного газу мають місце декілька процесів, пов'язаних із зниженням тиску та втратою потенційної енергії газу в редукційно-дросельних пристроях. Зниження тиску, насамперед, обумовлюється технологічними вимогами при розподілі природного газу та його споживанні, що реалізується на наступних складових технологічних етапах газотранспортної системи[4]:

1. На компресорних станціях для підготовки та очищення природного газу від водяної пари та домішок перед його транспортуванням або споживанням.
2. На газорозподільних станціях та газорозподільних пунктах при технологічному зниженні тиску газу.
3. На компресорних станціях при використанні газу в якості палива газотурбінних установок.
4. На газорозподільних станціях при скрапленні природного газу.
5. При споживанні газу в якості палива на теплових електричних станціях та котельних системах.

Підвищення енергетичної ефективності процесів в газотранспортній системі при впровадженні засобів енергозбереження можливо при альтернативній заміні енергетично неефективного процесу зниження тиску в дросельно-редукційних установках на його адіабатичне розширення в турбодетандерних агрегатах (ТДА) з виробництвом механічної (електричної) енергії та холоду в виді низькотемпературного потоку газу.

За експертними оцінками [1,2] впровадження турбодетандерних технологій на українських ГРС, ГРП і КС, дозволяє додатково отримати біля 480 МВт генеруючих потужностей, які щорічно будуть виробляти 28 млрд. кВт електроенергії.

Проведені дослідження та розрахунки показують, що адіабатне розширення природного газу в детандерах супроводжується суттєвим зниженням його температури і, як наслідок, утворенням кристалогідратів, обмерзанням трубопроводів та ґрунту, що може призвести до їх деформації і руйнування. Наприклад, при використанні детандерного процесу перепад температур між входом газу та його виходом може зростати у 5–8 разів по відношенню до дроселювання.

До того ж ТДА являються більш складним з технічної точки зору енергетичним обладнанням, що потребує постійної присутності кваліфікованого обслуговуючого персоналу та допоміжних експлуатаційних витрат, а їх впровадження обумовлює суттєві капітальні витрати, пов'язані з їх вартістю.

Конструктивні та технологічні особливості ТДА визначаються, насамперед, їх енергетичними характеристиками та техніко – економічною доцільністю, що залежить від особливостей технологічних параметрів при зниженні тиску газу, територіального розміщення ГРС (РГП), наявності споживачів холоду і т.д. В даний час існує багато прикладів утилізаційних турбодетандерних систем як одноцільового так і комбінованого призначення [2,3].

На рис. 1 показана схема утилізаційного ТДА, який використовується для спільного виробництва електроенергії і холоду. Загалом такі системи являється когенераційними, так як процес зниження тиску природного газу супроводжується виробництвом механічної (електричної) енергії та низькотемпературного потоку природного газу, який використовується для холодопостачання. Спочатку природний газ розширюється в турбодетандері 2 з виробництвом електроенергії та зниженням температури необхідного потенціалу, а потім після сепаратору 8 направляється в теплообмінник 4 для охолодження теплоносія 7 системи холодопостачання 5.

Розрахунки показують, що при зниженні тиску газу з 5,2 до 1,2 МПа його температура знижується на 50–60 °С (залежно від складу газу та ефективності детандера). При збільшенні рівня зниження тиску від 7,5 до 1,2 МПа різниця температур зростає до 70–80 °С. Якщо прийняти, що температура газу на вході в машину дорівнює 20 °С, температура потоку після розширення становитиме -30 – -40 °С у першому та -50 – -60 °С у другому випадку [3].

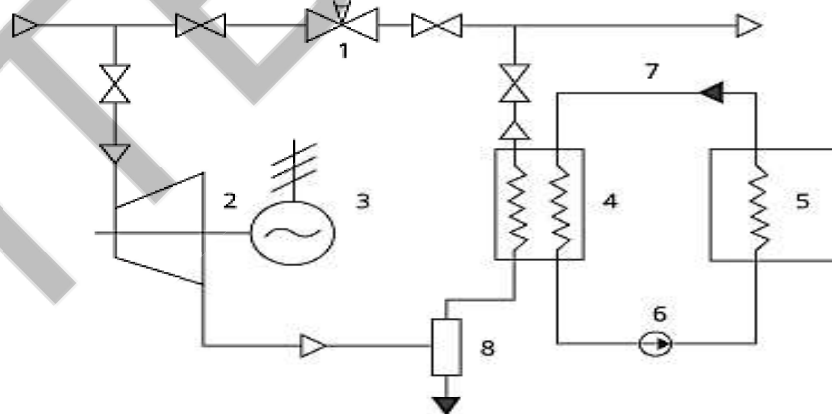


Рис.1.- Схема ТДА з виробництвом холоду. 1- редукційний клапан ГРС дросельний клапан; 2 - турбодетандер; 3 – електрогенератор; 4 - теплообмінник (підігрівач газу – охолоджувач холодоносія); 5 – холодильна камера; 6- циркуляційний насос; 7 – контур розчину солі (холодоносія), 8 – сепаратор.

ТДА можуть застосовуватись на ГРС (ГРП) для одержання як помірних низьких температур, так і температур, необхідних, наприклад, для зрідження природного газу. Таким чином, внаслідок використання надлишкової енергії тиску природного газу може

вироблятися не тільки електрична енергія, але й значні кількості холоду (від 60 до 80 кДж/нм³).

Але практичне впровадження будь якої технології енергозбереження, у тому числі і утилізаційних ТДА, як правило, вирішується на основі мінімізації приведених витрат, що відповідають мінімуму суспільно необхідних затрат та загальній техніко економічній доцільності. При цьому необхідно враховувати як експлуатаційні витрати так і капітальні затрати на технічне впровадження системи, її автоматизацію, екологічну та загальну безпеку.

Літературні джерела.

1. Говдяк Р. М. Утилізація енергії тиску природного газу в турбодетандерних установках на об'єктах газової промисловості. Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ, 2014. №1.- С. 7–12.
2. Костенко Д.А. Енергозберігаючий потенціал надлишкового тиску природного газу у газотранспортній системі України / Д.А. Костенко, В.О. Дмитренко // Нафтова і газова промисловість. – 2003. – № 1. – С. 54.
3. Кулагина, О.В. Эффективное использование энергетических потоков природного газа с отрицательной температурой, полученных в детандергенераторных агрегатах / О.В. Кулагина, И.Р. Байков, А.Р. Гатауллина, Р.А. Молчанова // Глобальный научный потенциал. - 2014. - № 12 (45). - С. 15-20.
4. Черних А.И. Использование перепада давления газа, редуцируемого на ГРС и ГРП для получения электроэнергии и тепла. // Вісник інженерної академії України, -2009, -№1-с.251-256

*Науковий керівник: Ярошенко В.М., к.т.н., доцент
кафедри кріогенної техніки ОНАХТ*

ЛАБОРАТОРНИЙ ЗРІДЖУВАЧ ВОДНЮ З НЕОНОВИМ ХОЛОДИЛЬНИМ ЦИКЛОМ

Чигрін А.О., м.н.с. НДІ ОНАХТ, м. Одеса

Розвинені країни спрямовують дедалі більшу частку наявного фінансового, наукового і виробничого потенціалу забезпечення себе сировиною і енергією. Через виснаження природних органічних ресурсів вже у поточному столітті очікується заміщення традиційного палива альтернативними енергоносіями. Варіант заміни продиктований самою природою. У якості доступного та екологічного палива майбутнього може стати водень – найпоширеніший елемент у Всесвіті. Поряд із незаперечними перевагами, водень відрізняється низкою несприятливих фізичних властивостей. Як найлегший елемент періодичної системи, водень відрізняється малою густиною, що робить неефективним його накопичення і транспортування в газоподібній формі. Хоча водень переходить у рідкий стан за дуже низьких температур, проте одним із перспективних способів його акумулювання є зберігання Н₂ саме у вигляді кріогенної рідини.

У маловитратних зріджувачах, як правило, використовується дросельний цикл високого тиску ($P \approx 15$ МПа) з охолодженням робочого тіла нижче за інверсійну температуру в азотних ваннах. Більш досконалі установки передбачають розширення частини прямого потоку Н₂ у детандері. Перспективним кроком на шляху розвитку водневих зріджувачів стало поєднання водневого і гелієвого контурів. Комбінація двох робочих тіл дозволила виключити частину обладнання, що працює на газоподібному водні, та знизити тиск потоку Н₂ до $P = 5,5$ МПа.

Науковий керівник: Симоненко Ю.М., д.т.н., завідувач

кафедри кріогенної техніки ОНАХТ

- | | | |
|----|--|-----|
| 9 | <p>РОЗРОБКА ГАЗИФІКАЦІЙНОЇ УСТАНОВКИ ДЛЯ ОТРИМАННЯ КИСНЮ</p> <p><i>Перегинець С.М., бакалавр кафедри кріогенної техніки ОНАХТ</i></p> <p>Науковий керівник: Грудка Б.Г., к.т.н., доцент</p> <p>кафедри кріогенної техніки ОНАХТ</p> | 93 |
| 10 | <p>СХЕМА РЕКТИФІКАЦІЙНОЇ УСТАНОВКИ ДЛЯ ОТРИМАННЯ РІДКОГО І ГАЗОПОДІБНОГО НЕОНУ</p> <p><i>Дикаренко Л.О., Кісов Ю.І., магістранти кафедри кріогенної техніки ОНАХТ</i></p> <p>Науковий керівник: Симоненко Ю.М., д.т.н., завідувач</p> <p>кафедри кріогенної техніки ОНАХТ</p> | 93 |
| 11 | <p>УТИЛІЗАЦІЙНА ТУРБОДЕТАНДЕРНА УСТАНОВКА ГАЗОТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ</p> <p><i>Шиян Л. Р., магістрант кафедри кріогенної техніки ОНАХТ</i></p> <p>Науковий керівник: Ярошенко В.М., к.т.н., доцент</p> <p>кафедри кріогенної техніки ОНАХТ</p> | 96 |
| 12 | <p>ЛАБОРАТОРНИЙ ЗРІДЖУВАЧ ВОДНЮ З НЕОНОВИМ ХОЛОДИЛЬНИМ ЦИКЛОМ</p> <p><i>Чигрін А.О., м.н.с. НДІ ОНАХТ</i></p> <p>Науковий керівник: Симоненко Ю.М., д.т.н., завідувач</p> <p>кафедри кріогенної техніки ОНАХТ</p> | 98 |
| 13 | <p>АНАЛІЗ РОБОТИ ГЕРМЕТИЧНОГО КОМПРЕСОРА НА АЛЬТЕРНАТИВНИХ ХОЛОДОАГЕНТАХ</p> <p><i>Дмитрієв К.В., Пазина І.В., магістранти кафедри кріогенної техніки ОНАХТ</i></p> <p>Науковий керівник: Яковлев Ю.О., к.т.н., доцент</p> <p>кафедри кріогенної техніки ОНАХТ</p> | 100 |
| 14 | <p>ВИЛУЧЕННЯ ЦІЛЮВИХ ПРОДУКТІВ ІЗ СУМІШЕЙ, УТВОРЕНИХ В РЕЗУЛЬТАТІ ВИКОРИСТАННЯ KR І Xe</p> <p><i>Ардуанов Р.Ф., магістрант кафедри кріогенної техніки ОНАХТ</i></p> <p>Науковий керівник: : Симоненко Ю.М., д.т.н., завідувач</p> <p>кафедри кріогенної техніки ОНАХТ</p> | 102 |
| 15 | <p>ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ ГАЗОПЕРЕКАЧУВАЛЬНИХ АГРЕГАТІВ</p> <p><i>Плигун Е.В., магістр кафедри кріогенної техніки ОНАХТ</i></p> <p>Науковий керівник: : Буданов В.О., к.т.н., доцент</p> <p>кафедри кріогенної техніки ОНАХТ</p> | 103 |
| 16 | <p>АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ КОМПРЕСОРНО-КОНДЕНСАТОРНИХ СТАНЦІЙ</p> <p><i>Мовчан В.В, бакалавр кафедри кріогенної техніки ОНАХТ</i></p> <p>Науковий керівник: Буданов В.О., к.т.н., доцент</p> <p>кафедри кріогенної техніки ОНАХТ</p> | 105 |