

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ**



**ЗБІРНИК ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ  
83 НАУКОВОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ  
ВИКЛАДАЧІВ УНІВЕРСИТЕТУ**

**Одеса 2023**

## Наукове видання

Збірник тез доповідей 83 наукової конференції викладачів університету  
25 – 28 квітня 2023 р.

Матеріали, занесені до збірника, друкуються за авторськими оригіналами.  
За достовірність інформації відповідає автор публікації

Рекомендовано до друку та розповсюдження в мережі Internet Вченою радою  
Одеського національного технологічного університету,  
протокол № 13 від 16.05.2023 р.

Під загальною редакцією Заслуженого діяча науки і техніки України,  
Лауреата Державної премії України в галузі науки і техніки,  
д-ра техн. наук, професора Б.В. Єгорова

Укладач Т.Л. Дьяченко

### Редакційна колегія

Голова: Іванченкова Л.В., д.е.н., професор

Заступник голови Поварова Н.М., к.т.н., доцент

### Члени колегії:

Агунова Л.В., к.т.н., доцент

Артеменко С.В., д.т.н., професор

Басюркіна Н.Й., д.е.н., професор

Бурдо О.Г., д.т.н., професор

Бордун Т.В., к.т.н., доцент

Верхівкер Я.Г., д.т.н., професор

Гапонюк О.І., д.т.н., професор

Гаркович О.Л., к.б.н., доцент

Добрянська Н.А., д.е.н., професор

Жигунов Д.О., д.т.н., професор

Філіпенко О.І., к.філ.н., доцент

Згадова Н.С., к.е.н., доцент

Капрельянц Л.В., д.т.н., професор

Капустян А.І., д.т.н., доцент

Коваленко О.О., д.т.н., професор

Косой Б.В., д.т.н., професор

Котлик С.В., к.т.н., доцент

Козак К.Б., д.е.н., професор

Лагодієнко В.В., д.е.н., професор

Лебеденко Т.Є., д.т.н., професор

Ломовцев П.Б., к.т.н., доцент

Макаринська А.В., д.т.н., професор

Ніколюк О.В., д.е.н., професор

Немченко В.В., д.е.н., професор

Осадчук П.І., д.т.н., доцент

Павлов О.І., д.е.н., професор

Солоницька І.В., к.т.н., доцент

Седікова І.О., д.е.н., професор

Сергеева О.Є., д.ф-м.н., професор

Семенюк Ю.В., д.т.н., професор

Симоненко Ю.М., д.т.н., професор

Скрипніченко Д.М., к.т.н., доцент

Соловей А.О., к.т.н., доцент

Струк Б.І., к.п.н., доцент

Тіглов О.С., д.т.н., професор

Тележенко Л.М., д.т.н., професор

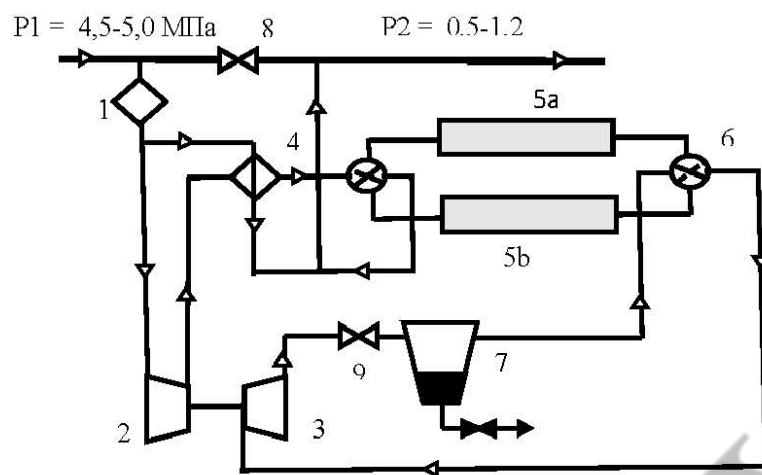
Ткаченко О.Б., д.т.н., професор

Ткачук Г.О., д.е.н., професор

Фесенко О.О., к.т.н., доцент

Хобін В.А., д.т.н., професор

Хмельнюк М.Г., д.т.н., професор



1 – фільтруючий блок; 2 – турбокомпресор; 3 – турбодетандер; 4 – рекуперативний теплообмінник; 5 – регенератори; 6 – перемикачі регенераторних потоків; 7 – сепаратор зрідженого газу; 8 – редукційно-охолоджувальна установка ГРС; 9 – дросельний вентиль

**Рис. 2 – Схема утилізаційної турбодетандерної установи зрідження природного газу**

Регенератори 5 працюють по чергову, що забезпечується відповідними перемикачами 6. В регенераторі 5a весь потік газу з тиском 5,5 МПа охолоджується до температури  $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$  (насадка регенератору нагрівається) після чого направляєється в турбодетандер де його температура знижується до  $-110\text{ }^{\circ}\text{C}$ . В результаті подальшого розширення газу в дроселі 9 температура знижується до рівня  $-140\text{ }^{\circ}\text{C}$ , що при тиску 0,4 МПа обумовлює зрідження частини газу та його розділення в сепараторі 7. Процес охолодження газу в регенераторі супроводжується осушкою та його очищенням від вуглецю та інших домішок, які обумовлюють формування кристалогідратів та закупорку прохідних каналів турбодетандерів. Зворотний потік сухої насиченої пари метану після сепаратору направляєється до регенератору 5b у якому він нагрівається з абсорбцією водяної пари та вуглецю та направляєється споживачам.

Застосування двох регенераторів дозволяє підвищити пропускну продуктивність ГРС при зменшенні вартості технологічного обладнання внаслідок відмови від додаткового блоку осушення та очистки газу.

### Література

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.

УДК 621.51

## ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ ПРИ УТИЛІЗАЦІЇ НАДЛИШКОВОГО ТИСКУ ПРИРОДНОГО ГАЗУ В ГАЗОТРАНСПОРТНІЙ СИСТЕМІ

Ярошенко В.М., к.т.н., доцент

Одеський національний технологічний університет, м. Одеса

Утилізація енергії надлишкового тиску природного газу при його транспортуванні та споживанні є одним із видів енергозбереження в газотранспортній системі, що сприяє підвищенню її загальної техніко економічної доцільності.

Газотранспортна система України являється однією із найбільших трубопровідних систем в Європі. До її складу входять 72 компресорні станції на яких працюють понад 700 газоперекачувальних агрегатів, привід яких здійснюється, в переважній більшості, газотурбінними установками (ГТУ) із загальною потужністю біля 5000 МВт. При цьому в якості палива ГТУ витрачається до 10 % перекачуваного природного газу [2].

Перед подачею газу з магістрального газопроводу до споживача він проходить кілька етапів зниження на газорозподільних станціях (ГРС) та газорозподільних пунктах (ГРП). На більшості ГРС тиск газу знижується від магістрального (4,5-7,5 МПа) до тиску споживання (0,5-1,6 МПа). На ГРП зниження тиску відбувається в межах від 0,5-1,6 МПа до 0,15-0,3 МПа [1,3]. Зниження тиску, насамперед, обумовлюється технологічними вимогами при розподілі природного газу та його споживанні.

Суттєве зниження тиску природного газу має місце також при його використанні в якості палива газотурбінних установках (ГТУ), так як робочий тиск в камерах згоряння є значно нижчим від магістрального і складає 1,0-1,5 МПа, що перевищує тиск повітря після компресору всього на 0,4-0,5 МПа [1].

При традиційній, досить розповсюдженій, системі газопостачання, тиск газу знижується в редуційно-дросельних установках, в яких має місце термодинамічно неефективний процес розширення газу. При цьому втрачається його технічна работоспроможність (ексергія), оскільки процес адіабатичного дроселювання супроводжується високим рівнем деградації енергії.

Альтернативна заміна процесу адіабатичного дроселювання газу його розширенням в турбодетандерних агрегатах (ТДА) являється ефективним способом енергозбереження та допоміжним джерелом електричної енергії [3].

При розширенні природного газу в ТДА його кінцева температура є значно нижчою по відношенню до процесу адіабатичного дроселювання, а перепад температур між його входом та виходом може зростати у 5–8 разів.

Розрахунки показують, що при зниженні тиску газу з 5,2 до 1,2 МПа його температура знижується на 50–60 °С, що при початковій температурі 20 °С відповідає рівню –30...–40 °С в залежності від складу газу та ефективності детандера), що обумовлює утворення кристалогідратів, обмерзання трубопроводів, ґрунту та ін. При цьому суттєво ускладнюються конструктивні схеми установок, підвищуються вимоги до їх експлуатації та зростають економічні витрати, пов'язані з підігрівом газу до температури близької до навколишнього середовища.

За звичай, підігрів газу перед ТДА відбувається при вимогах, коли його температура після розширення (на вході до споживача газу) не повинна бути нижче, ніж 0-2 °С. Традиційно підігрів газу відповідає рівню 60-100 °С і більше та здійснюється проміжним теплоносієм(водою, паром та ін.) у спеціальних теплообмінниках-підігрівачах. Але застосування такого підігріву пов'язано з допоміжними витратами теплової енергії, яка може складати складає 20-30 % загальної потужності установки [2,3], незважаючи на те, що при цьому підвищується питома робота детандеру та знижуються показники установки по шкідливим викидам оксидів азоту та вуглецю.

На рис. 1 показана технологічна схема застосування магістрального природного газу в якості технологічного палива ГТУ. Процес зниження тиску газу в ТДА супроводжується допоміжною генерацією електричної енергії, а для підігріву газу перед детандером не використовуються зовнішні енергоресурси.

Паливний природний газ перед направленням до ТДА проходить відповідну фільтрацію та очистку в блоці 1 та попередній підігрів в рекуперативному теплообміннику 10 до температури 400-450 К за рахунок теплоти турбінних газів ГТУ з температурою 700-750 К. В турбодетандері газ адіабатично розширяється з виробництвом електричної енергії. При цьому потужність турбодетандеру підвищується приблизно на 16-20 % в порівнянні зі схемами підігріву після турбодетандеру [2,3]. В подальшому, перед подачею до камери



ВИХІДНІ ВИМОГИ ДО ПОБУДОВИ ТЕРМОДИНАМІЧНОЇ МОДЕЛІ ОБРОБКИ ПОВІТРЯ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ВИРОЩУВАННЯ ЕНТОМОКУЛЬТУР	
<b>Піщанська Н.О., Подмазко О.С., Бельченко В.М.</b> .....	257
ВПЛИВ ЧИСТОТИ ПОВІТРЯ НА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ СИСТЕМ КОНДИЦІОНУВАННЯ	
<b>Жихарєва Н.В., Фурсенко О.В.</b> .....	259
АНАЛІЗ І РОЗРАХУНОК ШВИДКОСТІ ОСУШЕННЯ ПОВІТРЯ В РІЗНИХ АПАРАТАХ СИСТЕМ КОНДИЦІОНУВАННЯ	
<b>Жихарєва Н.В., Крушельницький Д.О.</b> .....	262
АНАЛІЗ ВПЛИВУ ШВИДКОСТІ ПОВІТРЯ ОСНОВНОГО ПОТОКУ В КОНТАКТНОМУ ТЕПЛООБМІННИКУ ПРИ КОНДЕНСАЦІЇ ВУГЛЕВОДОРОДІВ ТА ВИХЛОПНИХ ГАЗІВ	
<b>Когут В.О., Кіщенко А.В., Гальченко К.Д.</b> .....	264
ЕКСПЕРГОЕКОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ СУДНОВОЇ ХОЛОДИЛЬНОЇ УСТАНОВКИ З СИСТЕМОЮ РЕКУПЕРАЦІЇ ВІДПРАЦЬОВАНОГО ТЕПЛА ГОЛОВНОГО ДВИГУНА	
<b>Хмельнюк М.Г., Яковлева О.Ю., Грандафілов В.В., Ялама В.В.</b> .....	265
СОНЯЧНА ЕНЕРГЕТИКА ТА ЗЕЛЕНІ БУДІВЛІ У ЧАС РЕАЛІЗАЦІЇ СЦЕНАРІЮ СТАЛОГО РОЗВИТКУ	
<b>Хмельнюк М.Г., Ткач С.В.</b> .....	266
РОЗРОБКА ГАЗОВОЇ ХОЛОДИЛЬНОЇ МАШИНИ СТРІЛІНГА ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ХОЛОДУ ПРИ ПОМІРНИХ ТЕМПЕРАТУРАХ	
<b>Хмельнюк М.Г., Яковлева О.Ю., Грандафілов В.В.</b> .....	268
РОЗВИТОК «БЛАКИТНОЇ ЕКОНОМІКИ». ОЦІНКА ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ. ДЕКАРБОНІЗАЦІЯ У МОРСЬКОМУ СЕКТОРІ	
<b>Хмельнюк М.Г., Ялама В.В.</b> .....	271
ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ З ОЦІНКИ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ	
<b>Яковлева О.Ю., Грандафілов В.В.</b> .....	273
АНАЛІЗ РОБОТИ ХОЛОДИЛЬНИХ УСТАНОВОК ТА ОЦІНКА ВПЛИВУ ХОЛОДОАГЕНТІВ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ	
<b>Хмельнюк М.Г., Сазанський А.Р.</b> .....	274

#### **СЕКЦІЯ «ЕКОЕНЕРГЕТИКА, ТЕРМОДИНАМІКА ТА ПРИКЛАДНА ЕКОЛОГІЯ»**

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЯКОСТІ ПИТНИХ ВОД НА ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ ОДЕСЬКОГО РЕГІОНУ	
<b>Семенюк Ю.В.</b> .....	275
РОЗРОБКА НОВОГО ПОКОЛІННЯ ТЕРМОАКУМУЛЮВАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ З ВИКОРИСТАННЯМ НАНОТЕХНОЛОГІЙ	
<b>Желєзний В.П., Івченко Д.О., Глек Я.О.</b> .....	278
ТЕОРЕТИЧНІ МОДЕЛІ СТАЛОГО РОЗВИТКУ І ВІДПОВІДНА ІНТЕРПРЕТАЦІЯ ПІРАМІДИ МАСЛОУ	
<b>Бошков Л.З.</b> .....	280
ТЕПЛОАСОСНІ СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ З ЕНЕРГЕТИЧНИМ ПАРКАНОМ В ПЕРВИННОМУ КОНТУРІ	
<b>Дем'яненко Ю.І.</b> .....	281
ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ТУРБОДЕТАНДЕРНИХ АГРЕГАТІВ НА ГАЗОРОЗПОДІЛЬЧИХ СТАНЦІЯХ З ВИРОБНИЦТВОМ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ ТА ХОЛОДУ	
<b>Ярошенко В.М., Подмазко О.С.</b> .....	283
ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ ПРИ УТИЛІЗАЦІЇ НАДЛИШКОВОГО ТИСКУ ПРИРОДНОГО ГАЗУ В ГАЗОТРАНСПОРТНІЙ СИСТЕМІ	
<b>Ярошенко В.М.</b> .....	285

#### **СЕКЦІЯ «ПРОЦЕСИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ЕНЕРГЕТИЧНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ»**

РОЗРОБКА ШТАМПУ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ СУЦІЛЬНОТЯГНУТОЇ ЖЕРСТЯНОЇ БАНКИ	
<b>Фарафонов В.С., Всеволодов О.М.</b> .....	288
ЗАКУПОРЮВАЛЬНИЙ АВТОМАТ ДЛЯ СКЛЯНОЇ ТАРИ	
<b>Панчук М.В., Всеволодов О.М.</b> .....	291

#### **СЕКЦІЯ «КРІОГЕННА ТЕХНІКА»**

РОЗРОБКА КРІОГЕННОГО ТЕРМОМЕХАНІЧНОГО КОМПРЕСОРА	
<b>Симоненко Ю.М., Костенко Є.В.</b> .....	294
РОЗДІЛЕННЯ БІНАРНИХ СУМІШЕЙ НА ОСНОВІ ГЕЛІУ ТА ВАЖКИХ ІНЕРТНИХ ГАЗІВ	
<b>Симоненко Ю.М., Чигрін А.О.</b> .....	296