

**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

траншейний колектор бере на себе повне енергопостачання теплового насосу. Наземний колектор збільшує річний коефіцієнт продуктивності ТН порівняно з конструкцією паркану з чисто наземним колектором. З іншого боку, земля служить буферним накопичувачем тепла, який заряджається у теплі та сонячні дні, коли енергетичний паркан виробляє надлишок тепла. Завдяки накопиченню тепла комбінований колектор огорожа – земля досягає такої ж ефективності, як і чисто ґрунтовий колектор, незважаючи на меншу площу.

Фірма Hautec декларує, що на 1 кВт теплового навантаження потрібно приблизно 1,5 м довжини наземної частини паркану і 7,5 м<sup>2</sup> ґрунту [1]. При цьому не треба брати дозвіл на будівництво паркану – відсутнє глибоке буріння.

Компанія Schlemmer пропонує на продаж енергопаркани холодопродуктивністю 7,5, 10 і 12 кВт [2]. В проспектах вказується, що площа наземного колектора повинна бути в 1,5-2 рази більшою за площу, що підлягає обігріву. Залежно від властивостей ґрунту необхідна площа траншейного колектору може бути ще більшою: це стосується, наприклад, дуже сухих і піщаних ґрунтів, які мають досить погану здатність зберігати тепло. Діаметр труб для паркану становить від 20 до 40 мм.

У Німеччині, в землі Північний Рейн-Вестфалія, в м. Неттетале з 2012 р. системами опалення і ГВП на основі енергопаркану оснащені 24 житлових будинки.

Енергетичні огорожі, як і інші енергозберігаючі рішення, підтримуються через різні програми державного фінансування.

#### Література

1. [www.hautec.eu](http://www.hautec.eu)
2. [www.schlemmer-ecotech.com](http://www.schlemmer-ecotech.com)

УДК 651. 358

## ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ТУРБОДЕТАНДЕРНИХ АГРЕГАТІВ НА ГАЗОРОЗПОДІЛЬЧИХ СТАНЦІЯХ З ВИРОБНИЦТВОМ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ ТА ХОЛОДУ

**Ярошенко В.М., к.т.н., доцент, Подмазко О.С., к.т.н., доцент  
Одеський національний технологічний університет, м. Одеса**

Науково обґрунтований аналіз всієї послідовності процесів енергетичних перетворювань в системі транспорту газу являється суттєво важливим для успішного проведення активної енергозберігаючої політики. Цей аналіз повинен починатися від первинних енергоресурсів, а завершатися на стадії використання (утилізації) вторинних ресурсів з врахуванням енергетичного ефекту та екологічного впливу.

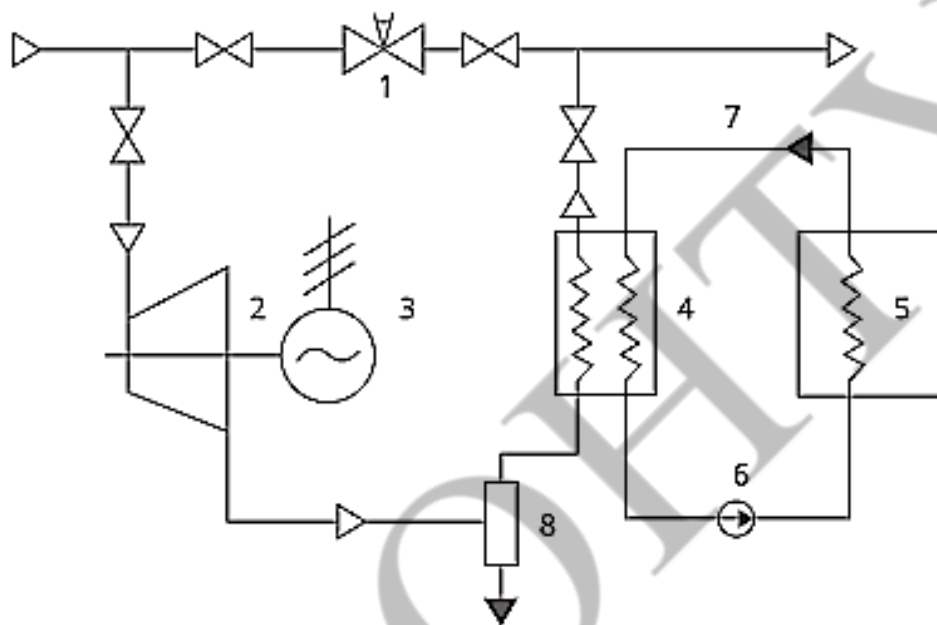
Як відомо, природний газ, основу якого складає метан, транспортується по магістральних трубопроводах при тисках 4,5-7,5 МПа, що визначається вимогами до їх пропускної спроможності. Перед подачею природного газу з магістрального газопроводу до споживача він проходить кілька етапів зниження тиску в технічно простих редуційно-дросельних установках на газорозподільних станціях (ГРС) від 4,5-7,5 МПа до 0,5-1,6 МПа та газорозподільних пунктах (ГРП) від 0,5-1,6 МПа до 0,15-0,3 МПа [1]. При цьому втрачається технічна роботоспроможність (ексергія) природного газу, оскільки процес адиабатичного дроселювання являється енергетично неефективним та супроводжується високим рівнем деградації енергії.

Підвищення загальної техніко-економічної ефективності газотранспортної системи досягається при альтернативній заміні процесу зниження тиску в дросельно-редукційних установках на його адиабатичне розширення в турбодетандерних агрегатах с виробництвом

енергії. Вперше використовувати перепад тиску природного газу на ГРС для вироблення електроенергії за допомогою турбодетандерів було запропоновано та експериментально перевірено на турбодетандерній установці Дашавського сажового заводу в середині минулого століття [1].

Утилізація потенційної енергії газу в ТДА з виробництвом електричної енергії та його відповідне природне охолодження при зниженні тиску може поєднуватись з холодильними технологіями різного призначення для одержання як помірно низьких температур, так і температур необхідних для зрідження природного газу.

На рис. 1. показана принципова технологічна схема утилізаційної турбодетандерної установки з виробництвом електричної енергії та холоду.



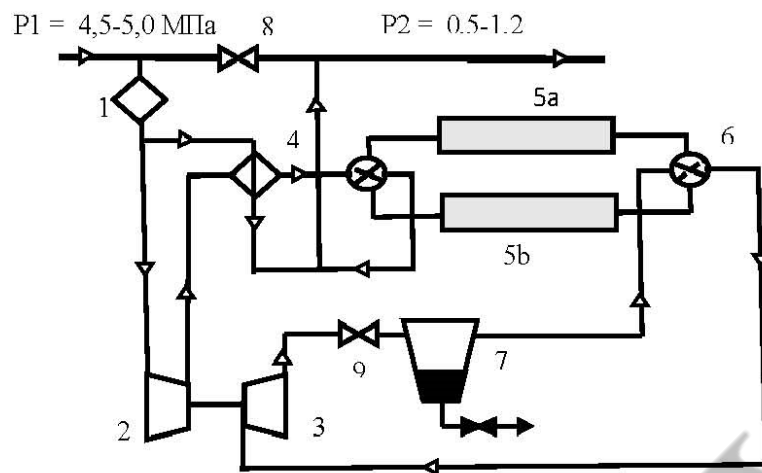
1 – редуційний клапан ГРС; 2 – детандер; 3 – електрогенератор; 4 – теплообмінник;  
5 – споживач холоду; 6 – циркуляційний насос; 7 – контур розчину солі (холодоносія);  
8 – сепаратор

**Рис. 1 – Схема когенераційної турбодетандерної утилізаційної установки**

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. 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/нм<sup>3</sup>). Але ваговим недоліком таких схем являються процеси кристалізації домішок природного газу в турбодетандерах та формування кристалогідратів, що обумовлює застосування відповідних затратних технологій [1].

На рис. 2 показана принципова схема альтернативного варіанту використання енергії, обумовленої перепадом тисків магістрального та розподільчого газопроводу на ГРС.

При цьому утилізована потенційна енергія використовується безпосередньо для зрідження природного газу. Розрахунки показують що для умов ГРС на якій вхідний тиск дорівнює  $P_1=4,5$  МПа а вихідний  $P_2 = 0,6$  МПа можливо зріджувати приблизно 5-6 % природного газу від загального потоку на ГРС.



1 – фільтруючий блок; 2 – турбокомпресор; 3 – турбодетандер; 4 – рекуперативний теплообмінник; 5 – регенератори; 6 – перемикачі регенераторних потоків; 7 – сепаратор зрідженого газу; 8 – редуційно-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 направляється 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 направляється до регенератору 5b у якому він нагрівається з абсорбцією водяної пари та вуглецю та направляється 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.

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
СОЛЯЧНА 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 ТЕРМОАКУМУЛОВАЛЬНИХ 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