

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ  
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

## **ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ**

за матеріалами  
XVIII Всеукраїнської науково-технічної  
онлайн-конференції  
**«АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ  
ЕНЕРГЕТИКИ ТА ЕКОЛОГІЇ»**

29-30 вересня 2020 року



Одеса  
Видавець Бондаренко М. О.  
2020

УДК 621.31(075.8)

ББК 31.2я73

3-41

*Рекомендовано до друку Вченою радою  
Одеської національної академії харчових технологій,  
протокол № 3 від 6 жовтня 2020 р.*

Відповідальний редактор:

*Тітлов О. С.*, завідувач кафедри нафтогазових технологій, інженерії та теплоенергетики, д-р. техн. наук, професор.

*За достовірність інформації  
відповідає автор публікації*

**Збірник** наукових праць за матеріалами XVIII Всеукраїнської 3-41 науково-технічної онлайн-конференції «Актуальні проблеми енергетики та екології» 29-30 вересня 2020 року / ред. О. С. Тітлов. – Одеса : ФОП Бондаренко М. О., 2020. – 280 с.

ISBN 978-617-7829-81-1

До збірника включені матеріали сучасних наукових досліджень, що представлені вченими України, Білорусії, Молдови, Росії, а також роботи студентів.

Розглянуто наступні напрямки досліджень: тепломасообмін; теплофізичні властивості робочих тіл енергетичного обладнання; нанотехнології в холодильній техніці; екологічні проблеми енергетики; теплові насоси. Системи опалення та кондиціонування; теплообмінні апарати; енергетичні та екологічні проблеми нафтогазової галузі; енергетичні та екологічні проблеми холодильної техніки; енергетичні та екологічні проблеми харчової промисловості; екологічна безпека; екологічні проблеми сучасності; раціональне використання природних ресурсів.

УДК 621.31(075.8)

ББК 31.2я73

ISBN 978-617-7829-81-1

© Одеська національна академія  
харчових технологій, 2020

**Секція 1:**

**«АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ  
ЕНЕРГЕТИКИ»**

8. Седойкин И. Е., Галимова Л. В. Моделирование и анализ энергосберегающей системы на базе абсорбционной бромистолитиевой холодильной машины для установок разделения воздуха // Холодильная техника. 2015. № 7 – с. 22-26.
9. Седойкин И. Е., Галимова Л.В. Патент на полезную модель «Установка разделения воздуха» № 151886 от 27.03.2015 г.
10. Каталог BROAD, 1-38. [Электронный ресурс]. URL: [http://www.aerком.ru/netcat\\_files/Image/katal\\_BROAD.pdf](http://www.aerком.ru/netcat_files/Image/katal_BROAD.pdf) (дата обращения 07.04.2012).
11. Определение потребности в сжатом воздухе воздухоразделительных установок - <http://helpiks.org/3-75516.html>.

УДК 621.57

## АНАЛИЗ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ АММИАЧНЫХ ДВУХСТУПЕНЧАТЫХ КОМБИНИРОВАННЫХ ТЕПЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ С БЕЗМЕЕВИКОВЫМ ПРОМЕЖУТОЧНЫМ СОСУДОМ

**Дроздов М.М.** аспирант кафедры «Теплоэнергетики и холодильных машин»  
**Астраханский государственный технический университет,**  
**Галимова Л.В. д.т.н., профессор, профессор кафедры**  
**«Теплоэнергетики и холодильных машин»**  
**Астраханский государственный технический университет**  
**Кузьмин А.Ю. к.т.н., доцент, доцент кафедры «Теплоэнергетики и холодильных**  
**машин» Астраханский государственный технический университет**

Парокомпрессионные тепловые трансформаторы нашли широкое применение в промышленности в качестве машин для получения тепловых эффектов различных температурных уровней. На сегодняшний день, большая часть парокомпрессионных тепловых трансформаторов используется для выработки лишь одного полезного эффекта с утилизацией второго. В [1] представлены виды идеальных циклов парокомпрессионных тепловых трансформаторов, относительно температурного уровня окружающей среды. Цикл теплового трансформатора, с получением теплоты, на температурном уровне выше температуры окружающей среды может быть использован для комбинированного получения двух полезных тепловых эффектов. На сегодняшний день, вопрос оценки эффективности применения комбинированных тепловых трансформаторов (далее по тексту - КТТ) остается открытым, ввиду недостаточной изученности вопросов, связанных с совместной выработкой теплоты и холода в цикле парокомпрессионной машины. Процесс оценки эффективности применения можно разделить на энергетическую и экономическую составляющие. Далее рассмотрены вопросы оценки энергетической эффективности КТТ для схемы двухступенчатого сжатия с безмеевикомым промежуточным сосудом (далее по тексту БПС) [2], ввиду растущей популярности реализации данного схемного решения для получения низких температур. Для оценки энергетической эффективности КТТ применяется эксергетический метод анализа [3,4]. В качестве рабочего тела КТТ выбран аммиак, как натуральный и наиболее перспективный в применении хладагент. Для расчета введены следующие допущения: рассмотрению подлежат лишь потери, присутствующие при изменении эксергии рабочего тела; потери при переходе теплоты к конечному потребителю не учитываются; для учета потерь эксергии в процессе сжатия, энтропия состояния нагнетания увеличена на 1 %, относительно энтропии состояния всасывания; при оценке энергии, подведенной в электродвигателе, учитываются потери на преобразование энергии в механизмах, приводах и при переходе механической энергии в тепловую, по средствам соответствующих КПД [2]. Исследуемая область температур кипения

ограничена отношением давлений конденсации и промежуточного давления, промежуточного давления к давлению кипения. Максимальное соотношение принято равным 9 [2]. Началом области температур кипения принята температура  $-5^{\circ}\text{C}$ . Диапазон температур конденсации выбран  $+30^{\circ}\text{C} \dots +60^{\circ}\text{C}$ , с шагом в 10К. Перегрев пара на всасывании для всех циклов принят равным 10 К, переохлаждение жидкости перед первым дросселированием принято равным 3 К, при выходе из промежуточного сосуда принят перегрев пара в 3К. Результаты расчета представлены в виде графика зависимости эксергетического КПД от давления кипения хладагентов при различных давлениях конденсации (рисунок 1). Как видно из графика, линии имеют схожий характер изменения. В правой части графика, характеристики имеют незначительную тенденцию роста при высоких значениях эксергетического КПД, что объясняется относительно невысокими потерями при превращении электрической энергии в теплоту, а также температурами термодинамических процессов, близких к температуре окружающей среды.

При дальнейшем понижении давления кипения, характеристики достигают экстремума и приобретают характер резкого убывания, что объясняется возрастанием необратимостей с повышением отношения давлений ступеней и увеличением необратимостей в элементах теплового трансформатора. При увеличении давления конденсации, экстремум характеристики смещается в сторону более высокого давления кипения и имеет большее значение эксергетического КПД при высоких давлениях кипения, чем КТТ с низким давлением конденсации. Это объясняется получением большей полезной эксергии в конденсаторе, при аналогичных давлениях кипения.

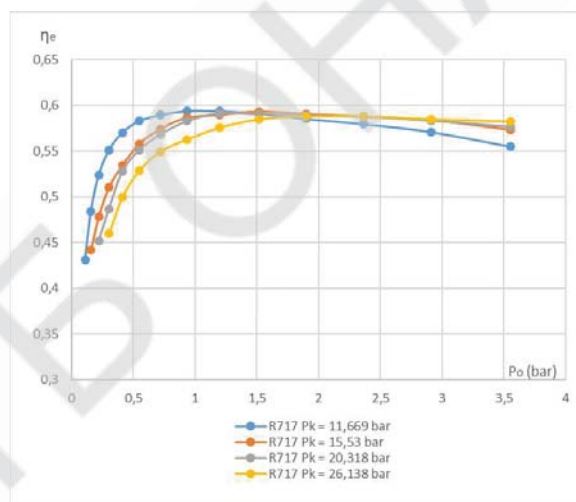


Рис. 1. Изменение эксергетического КПД двухступенчатого КТТ с БПС при различных давлениях конденсации и кипения рабочего тела

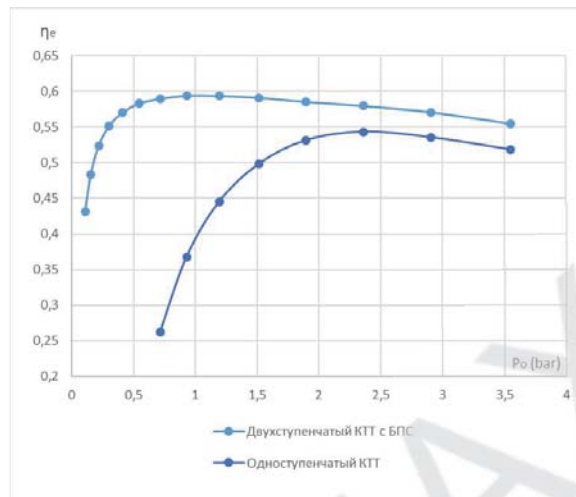


Рис. 2. Сравнение одноступенчатого и двухступенчатого КТТ с БПС при  $P_k=11,669$  bar

Характер изменения линий зависимости схож с аналогичными линиями для одноступенчатого КТТ, однако, в отличие от одноступенчатого КТТ, рассматриваемые КТТ имеют более широкий диапазон использования с высоким значением показателей энергетической эффективности, что делает наиболее целесообразным их использование при выходе за пределы возможного использования одноступенчатых машин (рисунок 2). Как видно из графика, характеристика двухступенчатого КТТ с БПС, имеет более высокие значения КПД на протяжении всего исследуемого диапазона, что объясняется особенностями схемного решения и увеличенным, относительно одноступенчатой машины количеством жидкого холодильного агента, без установки дополнительных теплообменных аппаратов.

Из всего вышесказанного можно сделать следующие выводы:

- двухступенчатый КТТ с БПС имеет более широкий диапазон эффективного применения в сравнении с одноступенчатым КТТ;
- при использовании КТТ с БПС, количественные значения эксергетического КПД выше аналогичных значений для одноступенчатых КТТ на всем исследуемом диапазоне температур;
- при использовании двухступенчатого сжатия, за счет меньшего повышения давлений на каждой ступени снижаются потери, зависящие от последнего.

#### Список литературы

1. Учебник для студентов вузов специальности «Техника и физика низких температур» / А. В. Бараненко, Н. Н. Бухарин, В. И. Пекарев, И. А. Саун, Л. С. Тимофеевский; Под общ. ред. Л. С. Тимофеевского. — СПб.: Политехника, 1997г. — 992 с
2. Пигарев В.Е., Архипов П.Е. /Под редакцией В.Е. Пигарева. Холодильные машины и установки кондиционирования воздуха М.: Маршрут, 2003. — 424 с.
3. Галимова Л. В. Энергосберегающие технологии в холодильной технике. Энергоаудит: учеб. пособие. Астрахань: Изд-во АГТУ, 2015. 136 с.
4. Бродянский В. М. Эксергетический метод и его приложения. М.: Энергоатомиздат, 1988. 288 с.

<b>БЛОКУВАННЯ ПРИВИБІЙНОЇ ЗОНИ ПЛАСТА ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ РЕМОНТУ СВЕРДЛОВИН</b> <i>Світлицький В.М., Іванків О.О.</i> .....	99
<b>THE FILTER ON THE BASIS OF THE EJECTOR OF THE HEAT EXCHANGER FOR PURIFICATION OF HARMFUL SUBSTANCES FROM FLUE GASES USING HEAT EXCHANGER AS COMBUSTION GAS FILTER</b> <i>Kogut V.E. Bushmanov V.M. Gihareva N.V.</i> .....	101
<b>СИСТЕМА ОХЛАЖДЕННЯ И КОНДИЦИОНІРОВАНИЯ МІКРООБ'ЄМОВ НА ОСНОВЕ ТЕРМОЕЛЕКТРИЧЕСКОЙ ХОЛОДИЛЬНОЙ МАШИНЫ</b> <i>Андреев А.И.</i> .....	103
<b>ЭКСПЛУАТАЦИЯ АДСОРБЦИОННОГО МОДУЛЯ ПАРОВОЙ КОМПРЕССОРНОЙ ХОЛОДИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ</b> <i>Е.А. Беляновская, Г.Н. Пустовой, К.М. Сухой, М.П. Сухой</i> .....	105
<b>НАПРЯМКИ УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ТЕПЛОБМІННИКА З ТРУБКОЮ ФІЛЬДА</b> <i>Василів О.Б., Вовченко А.І.</i> .....	107
<b>ШЛЯХИ УДОСКОНАЛЕННЯ ХОЛОДИЛЬНОЇ УСТАНОВКИ ДЛЯ ОПРІСНЕННЯ ВОДИ ТА ОТРИМАННЯ ВОДИ З ПОВІТРЯ</b> <i>Василів О.Б., Проць Б.М.</i> .....	108
<b>ЭНЕРГОТЕХНОЛОГИЯ КАК НАПРАВЛЕНИЕ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОЗДУХОРАЗДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК</b> <i>Галимова Л.В., Седойкин И.Е., Букин В.Г.</i> .....	109
<b>АНАЛИЗ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ АММИАЧНЫХ ДВУХСТУПЕНЧАТЫХ КОМБИНИРОВАННЫХ ТЕПЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ С БЕЗМЕЕВИКОВЫМ ПРОМЕЖУТОЧНЫМ СОСУДОМ</b> <i>Дроздов М.М., Галимова Л.В. Кузьмин А.Ю.</i> .....	116
<b>ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ДЕКОРАТИВНИХ ФОНТАНІВ ПРИ КОНДИЦІОНУВАННІ ПОВІТРЯ</b> <i>Жихарева Н.В., Когут В.О.</i> .....	119
<b>ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПРИМЕСЕЙ ФУЛЛЕРЕНА C60 В КОМПРЕССОРНЫХ МАСЛАХ НА ПАРАМЕТРЫ ЭФФЕКТИВНОСТИ ХОЛОДИЛЬНОЙ КОМПРЕССОРНОЙ СИТЕМЫ РАБОТАЮЩЕЙ НА ПРОПАНЕ</b> <i>Корниевич С.О., Хлєва О.Я., Желєзний В.П.</i> .....	120
<b>ОСОБЛИВОСТІ ОСУШЕННЯ ПОВІТРЯ В ПРИМІЩЕННІ З БАСЕЙНОМ</b> <i>Крушельницький Д.О., Жихарева Н.В.</i> .....	125
<b>ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ РЕКУПЕРАТОРНЫХ УСТАНОВОК СИСТЕМ МИКРОКЛИМАТА</b> <i>Лужанская А.В.</i> .....	126

Наукове видання

## **ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ**

за матеріалами  
XVIII Всеукраїнської науково-технічної  
онлайн-конференції

### **«АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ЕНЕРГЕТИКИ ТА ЕКОЛОГІЇ»**

29-30 вересня 2020 року

*(українською, російською, англійською мовами)*

Підписано до друку 6.10.2020  
Формат 60×84/16. Папір офсетний. Гарнітура Times New Roman.  
Друк офсетний. Ум. др. арк. 16,27. Наклад 100 прим.  
Зам № 231120/2

Надруковано з готового оригінал-макету у друкарні «Апрель»  
ФОП Бондаренко М.О.  
65045, м. Одеса, вул. В.Арнаутська, 60  
тел.: +38 048 700 11 55  
[www.aprel.od.ua](http://www.aprel.od.ua)

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи  
до державного реєстру видавців ДК № 4684 від 13.02.2014 р.