

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»**

Переохладитель жидкого хладагента представляет собой теплообменник, в котором обмениваются теплом жидкий хладагент после конденсатора и парообразный хладагент после испарителя.

В регенеративном теплообменнике растворов обмениваются теплом слабый и крепкий водоаммиачные растворы.

В холодильной камере, в которой установлен испаритель, происходит теплообмен между охлаждаемым при температуре  $T_x$  объектом и испаряющимся жидким хладагентом.

Относительные эксергетические потери в насосах зависят от КПД насоса  $\eta_n$  и КПД электродвигателя.

Приведенная выше методика позволяет провести сравнительный эксергетический анализ аппаратов бытовой холодильной техники, в частности, абсорбционно-диффузионных и компрессорных морозильников ёмкостью  $V = 200$  дм<sup>3</sup>.

#### **Выводы**

Анализ полученных результатов показывает, что бытовые морозильники являются термодинамически несовершенными устройствами – эксергетические КПД преобразования энергии при их работе не превышают 7 %.

При работе бытовых морозильников от сетевой электроэнергии термодинамические преимущества, как и следовало ожидать, имеют компрессорные модели. При этом основные потери имеют место при получении и транспортировке электроэнергии ( $\Omega_{пэ} = 70$  %).

Для абсорбционно-диффузионных моделей, в отличие от компрессорных моделей, имеется способ улучшить эксергетические показатели путём использования в качестве источника энергии органического топлива. При этом значительно возрастают потери в термосифоне-генераторе, однако, ввиду полного отсутствия потери, связанной с получением электроэнергии, общий эксергетический КПД АД-М увеличивается в ~ 3 раза, а, по сравнению с КМ – в ~ 1,7 раза. Во столько же раз уменьшается расход первичного топлива, что весьма существенно в условиях Украины.

#### **Список литературы**

1. Захаров М.Д. Енергетичні і екологічні показники компресійної та абсорбційної побутової холодильної техніки / М.Д. Захаров, О.С. Тітлов, Ю.С. Ботук, О.Б. Василів, Н.В. Рева // Наукові праці Одеської державної академії харчових технологій. – 1997. – № 17. – С. 167-175.

2. Ботук Ю.С. Экспериментальное определение экономичности низкотемпературной камеры с абсорбционно-диффузионными холодильными машинами на различных температурных уровнях замораживания / Ю.С. Ботук, А.С. Титлов, О.Б. Васильев // Тепловые режимы и охлаждение радиоэлектронной аппаратуры. Научно-технический сборник. – 1998. – № 1. – С. 68-70.

**УДК 620.98**

### **РАЗРАБОТКА ХОЛОДИЛЬНЫХ АППАРАТОВ НА ВОЗОБНОВЛЯЕМОМ ИСТОЧНИКЕ ЭНЕРГИИ**

**Биленко Н.А., ассистент, Титлов А.С., д.т.н., профессор  
Одесская национальная академия пищевых технологий (ОНАПТ)**

Современные требования к холодильным аппаратам предусматривают экологическую безопасность рабочего тела, широкие функциональные возможности, низкое энергопотребление и минимальную стоимость. В максимальной степени таким требованиям

удовлетворяет холодильная техника абсорбционного типа, особенно у сельской местности. Эти аппараты имеют озоноопасный водоаммиачный раствор, который практически не обнаруживает влияния на формирование «парникового» «эффекта» в атмосфере Земли, бесшумные при эксплуатации, имеют длительный ресурс, работают с альтернативными источниками энергии (пропан-бутан, природный газ, дизельное топливо, солнечное излучение).

Реализация абсорбционного холодильного цикла происходит в абсорбционно-диффузионной холодильной машины или абсорбционном холодильном агрегате (АХА) при переменных температурах в выпарщике (от минимальной на входе – к максимальной на выходе). Эта особенность, а также возможность легко изменять величину холодильной мощности в широких границах, позволяет использовать абсорбционный холодильный аппарат для получения широкого спектра температур холодильного хранения – от минус 18 °С (длительное низкотемпературное хранение замороженных продуктов) до 10...12 °С (хранение овощей и фруктов).

На кафедре нефтегазовых технологий, инженерии и теплоэнергетики ОНАПТ разработан абсорбционный холодильник, работающий с возобновляемой тепловой энергией, которую производит газогенератор.

Газогенератор - аппарат для термической переработки твердых и жидких топлив в горючие газы. Такую переработку осуществляют в присутствии воздуха, свободного или связанного кислорода (водяного пара) [1]. Газы, которые получают в газогенераторе, называют генераторными. Горение твердого топлива в газогенераторе в отличие от любой топки осуществляется в большом слое и характеризуется поступлением количества воздуха, недостаточного для полного сжигания топлива (например, при работе на паровоздушном дутье в газогенератор подается 33...35 % воздух от теоретически необходимого). Газы, которые образуются в газогенераторе, содержат продукты полного сгорания топлива (углекислый газ, вода) и продукты их возобновления, неполного сгорания и пирогенетического разложения топлива (чадный газ, водород, метан, углерод). В генераторные газы переходит также азот воздуха.

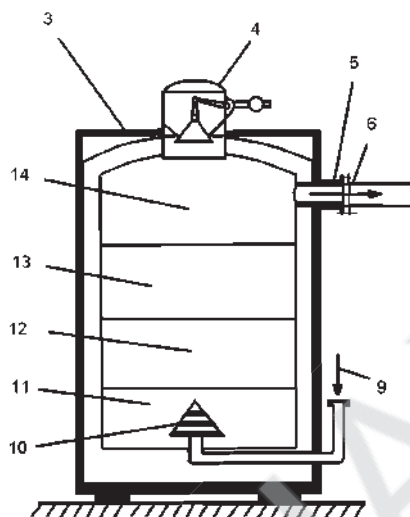
В сельской местности, как правило, имеется большое количество отходов древесины в виде опилка, щепы, коры, ветвей, кусков дерева, бытового мусора и т.п. В целом, эти отходы являются ценным энергетическим сырьем и могут быть переделаны в газогенераторных установках в тепловую энергию методом пиролизного генерирования газа [2].

Традиционные котлы, предназначенные для сжигания перечисленных выше отходов, характеризуются низкой энергетической эффективностью (40...50 %) и увеличенной эмиссией чадного газа и сажи. Газогенератор имеет энергетическую эффективность около 90 %. Газ, полученный в газогенераторе, пересылается в камеру сгорания и там сжигается к безопасным для окружающей среды газам: углекислого газа, азота, водяного пара. Температура процесса генерирования газа находится в границах от 200 до 850 °С. В этих условиях из 1 тонны сухого дерева производится 2000 м<sup>3</sup> горючего газа. Энергетическая ценность 1000 м<sup>3</sup> газа - около 1,4 Мвт.

В газогенераторе можно использовать низкокалорийные сорта древесины и ее отходов с большим содержанием влаги (до 50 %). Высокая энергетическая эффективность газогенератора приводит до того, что, невзирая на низкую энергетическую ценность древесных отходов в сравнении с углем, в окончательном итоге 1 кг древесных отходов, которые использованы для генерирования газа, замещают сжигание 1 кг каменного угля в классическом котле.

Во всех известных технических решениях [3] газогенераторы используются для отопления, обогрева, для работы транспортного средства, потому отличительной чертой изобретения, которое заявляется, является предложение относительно использования газогенераторных установок для работы малых машин, которые используют тепло, в частности АХА.

На рисунке показана схема работы газогенератора.



Абсорбционный холодильник содержит теплоизолированную холодильную камеру с дверями. Сзади камеры установлена АХА. АХА связан с газогенератором 3 через магистраль генераторного газа 6 и выводной патрубком 5. Отвод отработанного генераторного газа осуществляется с помощью вентиляционного канала.

Газогенератор 3 является собой шахту, внутренние стенки которой изложены огнеупорным материалом. Сверху этой шахты через загрузочное устройство 4 подается топливо, а снизу подается поток воздуха 9. Слой топлива поддерживается колосниками решетками 10. В самой нижней части газогенератора на колосниковых решетках расположена зона золы и шлака, выше – зона горения или зона окисления 11, зона газификации 12 и зона разложения топлива 13. В самой верхней части расположена зона сушки топлива теплом газов и испарений, которые поднимаются 14.

Воздух, который подают к газогенератору, сначала проходит через зону золы и шлака на колосниках решетках 10, где подогревается до  $300\text{...}500\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а дальше поступает к спеченному слою топлива (окислительная зона или зона горения 11), где кислород дутья вступает в реакцию с элементами топлива. Температура в зоне 11 составляет от  $1200$  до  $1500\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Продукты сгорания, которые образовались, поднимаются вверх по газогенератору 3 и встречаются со спеченным топливом (зона газификации 12), восстанавливаются до окиси углерода и водорода. При последующем движении вверх сильно нагретых продуктов восстановления ( $800\text{...}1000\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) происходит термическое разложение топлива (зона разложения топлива 13) и продукты восстановления обогащаются продуктами разложения (газами, смолами и водяным паром). В результате разложения топлива сначала образуется полужелезо, а затем и кокс, на поверхности которых во время их опускания вниз происходит восстановление продуктов сгорания (зона 12). При опускании еще ниже происходит горение кокса (зона 11). В верхней части 14 газогенератора 3 происходит сушка топлива теплом газов и испарений, которые поднимаются.

Генераторный газ с температурой  $400\text{...}500\text{ }^{\circ}\text{C}$  через патрубок 5 и магистраль 6 поступает к зоне тепловой нагрузки АХА, а дальше – по вентиляционному каналу 7 отводится к окружающей среде.

Максимальный экономический эффект будет достигнут при использовании в качестве холодильных камер имеющихся хозяйственных зданий (подвалов, погребов, сараев, амбаров и т. др.) после соответствующей теплогидроизоляции ограждающих конструкций. Наиболее перспективными могут стать подземные сооружения (погреба, подвалы), которые характеризуют минимумом теплопритоков в теплое время года и высокой тепловой инерционностью [5]. Наиболее экономически эффективным в такой конструкции является вариант с центральным газогенераторным устройством, со следующей задачей генераторного газа по специальным теплоизолированным магистралям.

Абсорбционный холодильник с газогенератором может быть использован и как транспортный холодильник, что особенно актуально для сельской местности, например для первичной холодильной обработки молока и фруктов (клубнике, винограду и т.д.) непосредственно в местах сбора.

Одно из практических применений разработок абсорбционного холодильника с газогенератором связано с прудовым и речным рыбоводством. Большой проблемой в рыбоводческих хозяйствах является сохранение больших пород рыб (белого амура, карпа, толстолобика) перед спуском прудов на зиму. Передвижные платформы или прицепы могут быть оборудованы абсорбционными холодильниками с газогенераторными устройствами и решать задачи первичной холодильной обработки непосредственно в местах лова со следующей доставкой охлажденной продукции в места стационарного сохранения [6]. Следует отметить и опыт практического использования в СССР в 1930-1940 годах газогенераторных установок в качестве основного и вспомогательного источника топлива двигателей легковых и грузовых автомобилей.

#### Список литературы

1. Теплотехнический справочник /Под ред. С.Г. Герасимова. - М.-Л.: Госэнергоиздат, 1957.- Т.2. – С.279-283
2. Михеев В.П. Газовое топливо и его сжигание. - Л.: Госэнергоиздат, 1966
3. Михайлов А.Н. С газом, без газа // Двигатель (Российская Федерация). – 2005. - №4(40). – С.36
4. Бабакин Б.С., Выгодин В.А. Бытовые холодильники и морозильники. (Справочник)./3-е изд., испр. и доп.– Рязань, "Узоречье", 2005. – 860 с.
5. Декларационный патент на изобретение № 59825А Украины, МКИ F25 В13/00; Холодильная камера// А.С. Титлов, О.Б. Васи́лив, Н.Д. Захаров, Р.Н. Проць (Украина).-№ 20021210411; Заявл. 23.12.2002; Опубл. 15.09.2003, Бюл. № 9.
6. Декларационный патент № 56791А Украины, МКИ F25 В1/00, F25 В15/10; Транспортная холодильная установка// А.С. Титлов, О.Б. Васи́лив, Н.И. Бабков, А.С. Паламарчук (Украина). - № 2002097485; Заявл. 17.09.2002; Опубл. 15.05.2003, Бюл. № 5.

УДК 621.646

### РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ДВОХ ТИПІВ КЛИНОВИХ ЗАСУВОК

Корольов О. В.<sup>1</sup>, Павлишин П. Я.<sup>1</sup>, Тітлов О. С.<sup>2</sup>, Мирончук В. С.<sup>1</sup>

1-Одеський національний політехнічний університет

2- Одеська національна академія харчових технологій

Надійність роботи трубопровідної арматури в цілому визначає надійність роботи будь-якого обладнання. Своєчасне виявлення пошкоджень арматури допоможе уникнути

<b>ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО ТА ВОЛОГІСНОГО СТАНУ ПРИМІЩЕННЯ ПРИ РІЗНИХ ВАРІАНТАХ ТЕРМОІЗОЛЯЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ</b> <i>Мороз М.В., Басок Б.І.</i> .....	128
<b>МОДЕЛЛИРОВАНИЕ И ЭКСЕРГЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ТРИГЕНЕРАЦИОННЫХ ТУРБОДЕТАНДЕРНЫХ УСТАНОВОК</b> <i>Овсянник А.В., Ключинский В.П.</i> .....	130
<b>АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ УСТАНОВОК ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА БИНАРНЫХ МЕЛКОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ЛЕДЯНЫХ СУСПЕНЗИЙ</b> <i>Хмельнюк М. Г., Талибли Р. Е.</i> .....	134
<b>ПОРІВНЯННЯ ЕНЕРГОЕВНОСТІ ТОРГОВОГО ХОЛОДИЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ ПРАЦЮЮЧИХ НА РІЗНИХ ХОЛОДИЛЬНИХ АГЕНТАХ</b> <i>Константинов І.В., Хмельнюк М.Г.</i> .....	136
<b>РОЗРОБКА СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ПРИ УПРАВЛІННІ ХОЛОДИЛЬНИМИ МАШИНАМИ АБСОРБЦІЙНОГО ТИПУ РІЗНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ТА ПОТУЖНОСТІ.</b> <i>Селіванов А.П.</i> .....	140
<b>ЕКОЛОГО-ЕНЕРГЕТИЧНІ АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ РОТОРНО-ЛОПАТЕВОЇ ГАЗОВОЇ ХОЛОДИЛЬНОЇ МАШИНИ СТРІЛІНГА</b> <i>Хмельнюк М.Г., Трандафілов В.В.</i> .....	145
<b>МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ АБСОРБЦИОННЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК</b> <i>Биленко Н.А., Титлов А.С., Дорошенко В.М.</i> .....	148
<b>РАЗРАБОТКА ХОЛОДИЛЬНЫХ АППАРАТОВ НА ВОЗОБНОВЛЯЕМОМ ИСТОЧНИКЕ ЭНЕРГИИ</b> <i>Биленко Н.А., Титлов А.С.</i> .....	149
<b>РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ДВОХ ТИПІВ КЛИНОВИХ ЗАСУВОК</b> <i>Корольов О. В., Павлишин П. Я., Титлов О. С., Мирончук В. С.</i> .....	152
<b>DESIGN OF PERIODIC OPERATION AMMONIA-WATER ABSORPTION REFRIGERATION UNITS IN ATMOSPHERIC WATER GENERATION SYSTEMS</b> <i>Ozolin N.E., Titlov A.S., Kravchenko V.V.</i> .....	156
<b>THE SEARCH OF ENERGY-EFFICIENT OPERATION MODE OF AMMONIA-WATER-ABSORPTION REFRIGERATION MACHINES</b> <i>Osadchuk E.A., Kirilov V.Kh., Titlov A.S.</i> .....	159
<b>МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ТЕПЛООБМІНУ В СИСТЕМАХ ПЕРВИННОГО НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНОГО ОХОЛОДЖЕННЯ ДРІБНОСЕМ'ЯНИХ КУЛЬТУР</b> <i>Петушенко С.М., Титлов О.С.</i> .....	162

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.