

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»**

9. Ищенко И. Н., Титлов А.С. Моделирование режимов работы испарителя абсорбционного холодильного агрегата (АХА). *Харчова наука і технологія*. 2011. 1(14). С. 102-106.
10. Морозюк Л. И. Решение психрометрической задачи в абсорбционно-диффузионной холодильной машине методом аналогий. *Холодильная техника и технология*. 2000. 69. 57-62.
11. Васильев О. Б., Титлов А.С. Поиск энергосберегающих режимов работы серийных абсорбционных холодильных аппаратов. *Холодильная техника и технология*. 1999. 60. 28-37.
12. Шервуд Т., Пигфорд Р., Уилки Ч. Массопередача. – М: Химия, 1982. 696 с.
13. Adnan Sozen, Engin Ozbas, Tayfun Menlik, M. Tarik Cakir, Metin Guru, Kurtulus Boran. Improving the thermal performance of diffusion absorption refrigeration systems: An experimental study. *Applied Thermal Engineering*, 2012. No 33-34. 44-53.
14. Справочник по теплообменникам: в 2-х т. Т. 1. – М.: Энергоатомиздат, 1987. 560 с.
15. Бабакин Б. С., Выгодин В.А. Бытовые холодильники и морозильники. – Рязань: Узоречье, 2005. – 860 с.
16. Богданов С.Н. Справочник. Свойства веществ. Холодильная техника. – СПб.: СПбГАХПТ, 1999. 320 с.
17. Ищенко И. Н., Титлов А.С. Анализ влияния давления в системе на процессы теплообмена в элементах абсорбционного холодильного агрегата. *Харчова наука і технологія*. 2012. 4 (21). 108-112.

УДК 621.575

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ АБСОРБЦИОННЫХ ВОДОАММИАЧНЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ МАШИН ДЛЯ УТИЛИЗАЦИИ НИЗКОПОТЕНЦИАЛЬНОЙ БРОСОВОЙ ТЕПЛОТЫ НА КОМПРЕССОРНЫХ СТАНЦИЯХ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

**Титлов А.С., д.т.н., профессор, Дорошенко В.М., д.т.н., профессор, Закушняк М.Ю.,
магистр
Одесская национальная академия пищевых технологий**

Компрессорные станции магистральных трубопроводов, оснащенные газотурбинными агрегатами, имеют значительное количество низкопотенциального тепла, которое в настоящее время выбрасывается в окружающую среду с продуктами сгорания. При этом бросовое тепло может быть использовано для решения различных задач при транспортировке газа непосредственно на компрессорных станциях. Одна из таких задач – предварительное охлаждение газа перед компримированием. Для решения этой задачи необходимо использовать источник искусственного холода, а в нашем случае, с учетом наличия бросового тепла – теплонпользующую холодильную машину. С учетом современного состояния разработок и уровня техники можно сделать вывод, что наибольшие перспективы имеют абсорбционные водоаммиачных холодильных машин (АВХМ). В связи с выбором АВХМ необходимо отметить, что в последние годы в связи с неблагоприятным техногенным воздействием на окружающую среду систем холодильной техники все большее внимание уделяется природным холодильным агентам. Последние документы [1] уже четко регламентируют применение конкретных природных холодильных агентов для различных типов холодильных машин: для бытовых и торговых холодильников – изобутан; для средних

холодильников – углекислота; для крупных систем – аммиак. АВХМ в отличие от аналогов – бромистолитиевых абсорбционных холодильных машин и парожетторных водяных холодильных машин, холодильным агентом в которых является вода, имеют более широкую область применения, в частности, в области отрицательных температур до минус 50 °С [2]. Для их работы можно использовать самые различные источники тепловой энергии: технологический пар, горячую воду, отходящие газы печей, выхлопные газы двигателей внутреннего сгорания [3]. АВХМ кроме задач кондиционирования воздуха могут быть использованы и в холодильниках при длительном хранении замороженных продуктов и сельскохозяйственного сырья.

На первом этапе разработок систем охлаждения газа перед компримированием на базе АВХМ были проведены расчеты циклов и определены диапазоны рабочего состава рабочего тела. Известные подходы к расчету АВХМ [5,6,7] для работы в системах с солнечным подогревом не могут быть использованы из-за не учета взаимной зависимости трех уровней температур: высшей в генераторе (греющего источника) – низшей в абсорбере (охлаждающей среды) – кипения в испарителе. Тогда, как известно [2], что из этих трех температур только две могут быть выбраны относительно произвольно, а третья температура определяется однозначно.

Такой вывод был получен авторами [4] при анализе теплового коэффициента идеального цикла произвольной абсорбционной холодильной машины в котором: зона дегазации стремиться к нулю и процессы в генераторе и в абсорбере протекают практически при постоянной температуре; абсорбент не обладает собственным парциальным давлением, а теплота дефлегмации отсутствует.

Рассмотрена традиционная простейшая схема АВХМ, включающая два регенеративных теплообменника – растворов рабочего тела и холодильного агента (рис.1). Исходные данные для расчета и анализа:

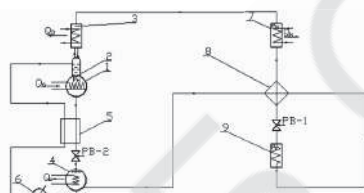


Рис. 1 – Схема АВХМ: 1-генератор; 2- ректификатор; 3- дефлегматор; 4- абсорбер; 5- регенеративный теплообменник растворов; 6- насос; 7-конденсатор; 8- регенеративный теплообменник холодильного агента; 9- испаритель

а) перепад температур между охлаждающей средой и крепким ВАР в абсорбере - $\Delta t_{w_a} = 5^\circ C$;

б) перепад температур между охлаждающей средой и конденсатором (выходом дефлегматора) - $\Delta t_{w_k} = 5^\circ C (\Delta t_{wD} = 5^\circ C)$;

в) перепад температур между испарителем и источником холода - $\Delta t_o = 5^\circ C$;

г) перепад температур между слабым и крепким ВАР на “холодном” конце регенеративного теплообменника растворов - $\Delta t_{TO} = 5^\circ C$;

д) перегрев пара аммиака в регенеративном теплообменнике $\Delta t_{PTO} = 5^\circ C$.

Для определения термодинамических теплофизических свойств ВАР использовались справочные данные [8]. Вирируемыми параметрами являлись: температура греющей среды - t_h ; температура окружающей среды - t_w ; температура объекта охлаждения - t_o .

Во всех случаях определялись термодинамические параметры и состав рабочего тела в характерных точках цикла АВХМ.

Основным показателем работоспособности АВХМ являлись кратность циркуляции ВАР

$$f = \frac{\xi_D - \xi_{cl}}{\xi_{кр} - \xi_{cl}}, \quad (1)$$

где $\xi_D, \xi_{cl}, \xi_{kr}$ - массовая доля аммиака в паровой смеси, поступающей на вход дефлегматора, слабого ВАР на выходе генератора, крепкого ВАР на входе в генератор, соответственно.

Алгоритм поиска рабочих режимов АВХМ состоял в следующем. На первом этапе задавались температуры объекта охлаждения t_o = минус 30 °С; минус 15 °С; минус 5 °С. Для каждого значения t_o проводился расчет с фиксированным значением t_w из диапазона 25...43 °С с шагом в 1 °С. Для заданных значений t_o и t_w проводился расчет кратности циркуляции по уравнению (1) с варьированием t_h с шагом в 1 °С. В случае, если $f > o$ делали вывод, что режим работы АВХМ может быть реализован, а в обратном случае, когда $f < o$ - режим работы не существует. Результаты расчетов по приведенному алгоритму представлены на рис.2.

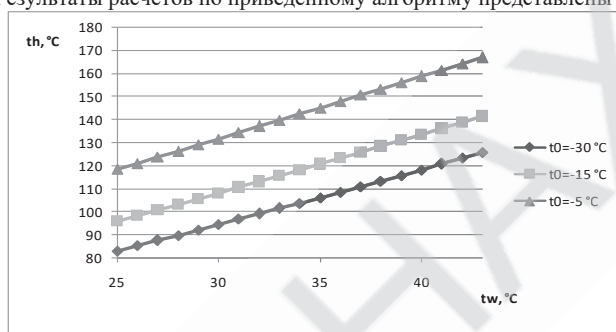


Рис. 2 – Результаты расчета минимальной температуры греющего источника (t_h) в зависимости от температур объекта охлаждения (t_o) и охлаждающей среды (t_w).

Полученные зависимости представляют собой минимально необходимые значения температур греющей среды для условий работы реальных АВХМ.

Анализ этих результатов показывает, что для работы в системах охлаждения с температурами до минус 30 °С необходима температура греющей среды 140...150 °С.

Список литературы

1. Бараненко А.В., Белозеров Г.А., Таганцев О.М., Смыслов В.И., Бондарев В.Н. Состояние и перспективы развития холодильной отрасли в России // Холодильная техника. – 2009. – № 3. – С. 20-24.
2. Бадилькес И.С., Данилов Р.Л. Абсорбционные холодильные машины [Текст] / И. Бадилькес, Р. Данилов. – М.: Пищевая пром-сть, 1966. – 356 с.
3. Коханський А.І., Редунов Г.М., Тітлов О.С. Перспективи застосування на морських судах абсорбційних холодильних агрегатів (АХА) // Наукові праці ОНАХТ / Мін. Освіти України. – Одеса: 2009. – Вип. 35. – Т.1. – С. 132-136.
4. Kim D.S., Infatute Ferreira C.A. Air-cooled solar absorption air conditioning // Final report. Novem contract BSE – NEO 0268-02-03-0008. Delft university of technology, 2005. – 230 p.
5. Тепловые и конструктивные расчеты холодильных машин [Текст] / Е.М. Бамбушек [и др]. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1987. – 423 с.
6. Галимова Л.В. Абсорбционные холодильные машины и тепловые насосы [Текст] : монография / Л.В. Галимова. – Астрахань: Изд-во АГТУ, 1997. – 226 с.
7. Sathyabhama A., Ashok Babu T.P. Thermodynamic simulation of ammonia-water absorption refrigeration system // Thermal science. – 2008. – Vol.12. – № 3. – P.P. 45-53.
8. Богданов С.Н. Холодильная техника. Кондиционирование воздуха. Свойства веществ: Справ. [Текст] / С.Н. Богданов [и др]. – 4-е изд., перераб. и доп. – СПб.: СПбГАХИПТ, 1999. – 320 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ТЕПЛОМАССОБМЕНА В ТРЕХПОТОЧНОМ ИСПАРИТЕЛЕ АБСОРБЦИОННОГО ХОЛОДИЛЬНОГО АГРЕГАТА	
<i>Титлов А.С., Васылив О.Б., Адамбаев Д.Б.</i>	165
ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ АБСОРБЦИОННЫХ ВОДОАММИАЧНЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ МАШИН ДЛЯ УТИЛИЗАЦИИ НИЗКОПОТЕНЦИАЛЬНОЙ БРОСОВОЙ ТЕПЛОТЫ НА КОМПРЕССОРНЫХ СТАНЦИЯХ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ	
<i>Титлов А.С., Дорошенко В.М., Закушняк М.Ю.</i>	175
РАЗРАБОТКА ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ СПОСОБОВ УПРАВЛЕНИЯ АБСОРБЦИОННЫМИ ХОЛОДИЛЬНЫМИ АППАРАТАМИ	
<i>Титлов А.С., Титлова О.А., Березовская Л.В.</i>	178
ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ НА СУДАХ АБСОРБЦІЙНИХ ХОЛОДИЛЬНИХ АГРЕГАТІВ	
<i>Титлов О.С., Адамбаев Д.Б., Редунов Г.М.</i>	180
РОЗРОБКА СИСТЕМ ОТРИМАННЯ ВОДИ З АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ	
<i>Титлов О.С., Осадчук Є.О., Васи́в О.Б., Адамбаев Д.Б.</i>	182
МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ РЕЖИМОВ ДЕФЛЕГМАТОРА АБСОРБЦИОННОГО ХОЛОДИЛЬНОГО АГРЕГАТА	
<i>Холодков А.О., Титлов А.С., Титлова О.А.</i>	184
РАЗРАБОТКА ПЕРВИЧНЫХ АВТОНОМНЫХ СИСТЕМ ОХЛАЖДЕНИЯ МОЛОКА НА БАЗЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ И БРОСОВЫХ ИСТОЧНИКАХ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ	
<i>Цой А.П., Титлов А.С., Алимкешиова А.Х., Джамашева Р.А.</i>	195
РАЗРАБОТКА БЫТОВЫХ КОМБИНИРОВАННЫХ ПРИБОРОВ С ТЕПЛОВЫМИ КАМЕРАМИ	
<i>Титлов А.С., Гратий Т.И., Козонова Ю.А., Приймак В.Г.</i>	211
ПРЯМЕ ПІДКЛЮЧЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНОГО НАСОСУ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ ВІД ФОТОЕЛЕКТРИЧНОГО МОДУЛЯ	
<i>Баганов Є.О., Соловійов М.В.</i>	213
Секція 2: «ЕКОЛОГІЯ, ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ТА РАЦІОНАЛЬНЕ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ»	217
МОРСЬКІ НАФТОВІ ТЕРМІНАЛИ – ДЖЕРЕЛА ВПЛИВУ НА АТМОСФЕРНЕ ПОВІТРЯ І ПРИРОДООХОРОННІ ЗАХОДИ	
<i>Купріяшкіна О.В., Зацеркляний М.М., Столевич Т.Б.</i>	218
МОРСЬКІ НАФТОВІ ТЕРМІНАЛИ – ДЖЕРЕЛА ВПЛИВУ НА ВОДНІ РЕСУРСИ І ШЛЯХИ ЙОГО ЗМЕНШЕННЯ	
<i>Купріяшкіна О.В., Зацеркляний М.М., Столевич Т.Б.</i>	221
ПРИРОДООХОРОННІ ЗАХОДИ ЩОДО БЕЗПЕЧНОГО ПОВОДЖЕННЯ З ВІДХОДАМИ НАФТОВИХ ТЕРМІНАЛІВ	
<i>Купріяшкіна О.В., Зацеркляний М.М., Столевич Т.Б.</i>	223

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

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