

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

АЛМАТИНСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ALMATY TECHNOLOGICAL UNIVERSITY

МЕЖДУНАРОДНАЯ АКАДЕМИЯ ХОЛОДА
INTERNATIONAL ACADEMY OF REFRIGERATION



climalife®

Danfoss



МАУЕКАША
MYCOM

TRAMAX
LIMITED

VIII МЕЖДУНАРОДНАЯ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«КАЗАХСТАН-ХОЛОД 2018»

VIII INTERNATIONAL
SCIENTIFIC AND TECHNICAL CONFERENCE
«KAZAKHSTAN-REFRIGERATION 2018»

Сборник докладов конференции
15-16 марта 2018 г.
Proceedings of the Conference
March 15-16, 2018

Алматы, 2018

УДК 621.56/59(063)

ББК 31.392

К14

Сборник докладов подготовлен под редакцией
доктора технических наук, академика **Кулажанова Т.К.**

Редакционная коллегия:

Цой А.П., Бараненко А.В., Шалбаев К.К.,
Шлейкин А.Г., Андреева В.И. (ответ.секретарь)

К14 Казахстан-Холод 2018: Сб. докл.межд.науч.-техн.конф. (15-16
марта 2018 г.) = Kazakhstan-Refrigeration 2018: Proceedings of the Conference
(March 15-16, 2018). – Алматы: АТУ, 2018. – 255 с., русский, английский.

ISBN 978-601-263-425-9

В докладах представлены результаты теоретических и экспериментальных исследований, практических внедрений, проведенных в Казахстане, Дании, Бельгии, Германии, России, Японии, Узбекистане и Украине по следующим направлениям: холодильные машины и установки, системы кондиционирования воздуха и жизнеобеспечения, экология в холодильной промышленности, холодильная и пищевая технология. Сборник рассчитан на специалистов и ученых, работающих в областях холодильной, пищевой, химической, нефтеперерабатывающей промышленности, а также на специалистов по системам кондиционирования воздуха и жизнеобеспечения жилых, коммерческих зданий и спортивных комплексов.

The proceedings present the results of theoretical and experimental studies, practical implementations in Kazakhstan, Denmark, Belgium, Germany, Russia, Japan, Uzbekistan and Ukraine in the following areas: refrigeration machines and installations, air conditioning and life support systems, refrigeration ecology, refrigeration and food technology. These proceedings are devoted to professionals and scientists working in the fields of refrigeration, food, chemical, oil refining industries, as well as to specialists of air conditioning systems and life-support of residential, commercial buildings and sports complexes.

УДК 621.56/59(063)
ББК 31.392

ISBN 978-601-263-425-9

© АТУ, 2018

Вывод: из проведенных расчетов следует, что температуры греющего и охлаждаемого источников существенно влияют на энергетическую эффективность абсорбционной бромистолитиевой холодильной машины. Однако, окончательное решение о выборе параметров внешних источников необходимо принимать на основе технико-экономического анализа.

Список литературы

1. Холодильные машины: Учебник для студентов вузов специальности «Техника и физика низких температур» / А. В. Бараненко, Н. Н. Бухарин, В. И. Пекарев, Л. С. Тимофеевский; Под общей ред. Л. С. Тимофеевского. – СПб.: Политехника, 2006. – 944 с.: ил.
2. Тепловые и конструктивные расчеты холодильных машин, тепловых насосов и термотрансформаторов. Ч. 1. Расчет циклов, термодинамических и теплофизических свойств рабочих веществ: Учеб. пособие / Л. С. Тимофеевский, В. И. Пекарев, Н. Н. Бухарин и др. Под ред. Л. С. Тимофеевского. – СПб.: СПбГУНиПТ 2006. – 260 с.
3. Абсорбционные преобразователи теплоты / А. В. Бараненко, Л. С. Тимофеевский, А. Г. Долотов, А. В. Попов: Монография. – СПб.: СПбГУНиПТ, 2005. – 338 с.

УДК 621.574

ВОЗМОЖНОСТИ ПРАКТИЧЕСКОЙ РЕАЛИЗАЦИИ АБСОРБЦИОННО-РЕЗОРБЦИОННОЙ ХОЛОДИЛЬНОЙ МАШИНЫ В СИСТЕМАХ МАЛОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

OPPORTUNITIES FOR PRACTICAL IMPLEMENTATION OF ABSORPTION-REZORPTION REFRIGERATION MACHINE IN THE SYSTEMS OF SMALL ENERGY

<p>Morozyuk L.I., Doctor of technical sciences, Hrudka V.H., assistant</p>	<p>Морозюк Л.И., доктор техн. наук, Грудка Б.Г., ассистент</p>
<p>Odessa National Academy of Food Technologies, Ukraine, 65039, Odessa, 112 Kanatnaya str.</p>	<p>Одесская национальная академия пищевых технологий, Украина, 65039, Одесса, ул. Канатная, 112</p>
<p>E-mail: lara.morozyuk@mail.ru, bogdangennadievich@gmail.com</p>	

Abstract

In small energetics heat-using refrigerating machines are used in the trigeneration systems for the production of cold. In the paper has been proposed to use absorption-resorption refrigeration machines. The choice of a water-ammonia absorption-resorption refrigeration machine (ARRM) is substantiated by estimating the energy efficiency in the temperature regime of the small-energy trigeneration system. A constructive solution of the machine scheme based on plate-like apparatus for practical implementation is proposed.

Аннотация

В малой энергетике в системах тригенерации для производства холода применяют теплоиспользующие холодильные машины. Предложено использовать абсорбционно-резорбционные холодильные машины. Обоснован выбор водоаммиачной абсорбционно-резорбционной холодильной машины (АРХМ) путем оценки энергетической эффективности в температурном режиме системы тригенерации малой энергетике. Предложено конструктивное решение схемы машины на основе пластинчатых аппаратов для практической реализации.

В холодильной и теплонасосной технике сложный термодинамический комплекс, называемый теплоиспользующей машиной, состоящий из двух взаимосвязанных простых – прямого (силового) и обратного (холодильного) с единым рабочим веществом, давно признан способом уменьшения потребления материальных ресурсов и источником экономии энергетических ресурсов [1].

Объединение энергетической системы когенерации и теплоиспользующей холодильной машины с производством трех полезных эффектов (электроэнергии, тепла и холода), названное тригенерацией, способно дать максимальный эффект экономии природных ресурсов [2]. Как известно, совместное производство электроэнергии и тепла (системы когенерации) давно и широко используют при утилизации сбросного тепла энергетических установок различной мощности [3].

Развитие систем тригенерации в энергетических установках связано, с одной стороны, с ростом цен на энергоносители и электроэнергию для крупных строительных объектов различного назначения и обеспечения технологических процессов промышленных предприятий с разным температурным уровнем производства, с другой стороны, с дефицитом электрических коммуникаций в большом количестве населенных пунктов.

Из существующих систем тригенерации выделяются в особую группу системы малой энергетики. Малая энергетика решает проблемы удаленных от централизованных энергетических систем населенных пунктов и независимых малых производств, в частности, сельскохозяйственных. Они наиболее востребованы, но имеют самую малую техническую информацию относительно развития.

Тепло, производимое малой энергосистемой, предназначается для отопления любых помещений. Период реальной потребности в тепле ограничивается холодным временем года. В то же время, существует значительная потребность в хладоснабжении для кондиционирования тех же помещений и хранения охлажденных продуктов в теплый период года. В данных случаях, имея комбинированную энергосистему, регенерированное тепло можно эксплуатировать в течение всего года [3].

Степень утилизации тепла определяется его использованием по прямому назначению (отопление) для конкретного потребителя. Максимальное использование тепла связано с конструктивными особенностями системы отопления.

Суммарное производство тепла и холода зависит от потребностей конкретного производства, а для сельского хозяйства его величина напрямую определяется климатическими условиями и родом его производственной деятельности, при этом важное влияние оказывают сезонные и суточные колебания температуры наружного воздуха.

Современная система тригенерации, которая широко представлена на мировом энергетическом рынке, включает энергетическую установку с утилизатором тепла и абсорбционную холодильную установку [4]. Новым предложением следует считать схему, представленную в работе [5]. Речь идет о применении абсорбционно-резорбционной холодильной машины в составе тригенерационной системы. Акцент сделан на рассмотрение принципиального отличия резорбционной от обычной абсорбционной машины, которое определяет преимущества первой в составе системы тригенерации [6].

В соответствии со схемой, изображенной на рис.1, цикл в резорбционной ступени осуществляется следующим образом. Циркуляция осуществляется водоаммиачным насосом, нагнетающим слабый раствор из дегазатора обратно в резорбер. Возвращается крепкий раствор из резорбера в дегазатор через дроссельное устройство. Потoki крепкого и слабого растворов между резорбером и дегазатором проходят через регенеративный теплообменник.

Связь термохимического компрессора с резорбционной ступенью осуществляется по линиям: генератор – резорбер и абсорбер – дегазатор. Цикл одноступенчатой абсорбционно-резорбционной холодильной машины изображен на рис.1 в диаграмме $h - \xi$ (энтальпия-концентрация). Абсорбционно-резорбционная холодильная машина (АРХМ, рис.1) имеет особенность: четыре процесса теплообмена происходят при переменных температурах: производство холода (процесс 9-8) и отдача тепла охлаждающей среде (процесс 6-7) в резорбцион-

ной ступени, а также в генераторе (процесс 1-2) и абсорбере (процесс 3-4) термохимического компрессора. Эта особенность решающим образом влияет на термодинамическое совершенство машины и определяет области ее рационального применения.

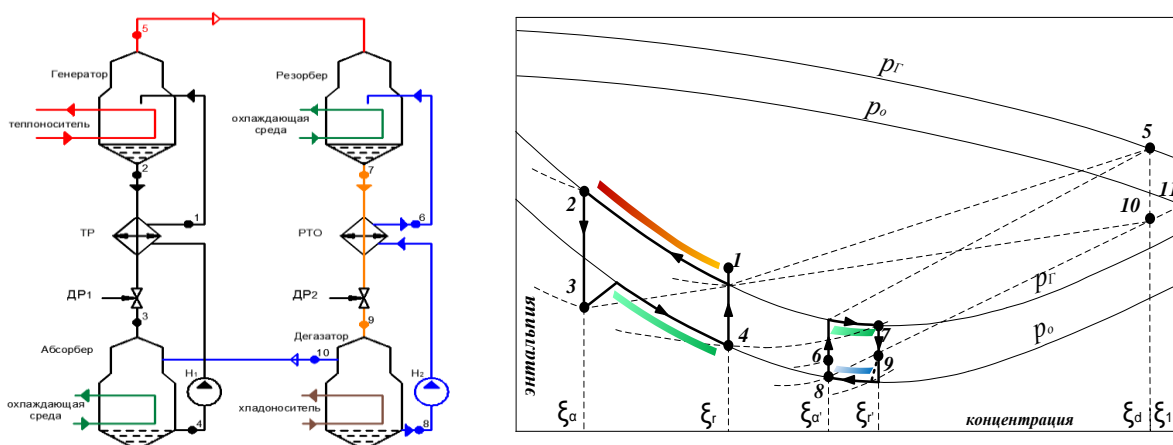


Рисунок 1 – Схема и цикл абсорбционно-резорбционной холодильной машины

Главными параметрами цикла являются: температура греющего источника (наивысшая температура в генераторе, точка 2); температура окружающей среды, определяющая условия работы абсорбера (точка 4) и резорбера (точка 7); температура потребителя холода (точка 8), которая определяет необходимый температурный режим в охлаждаемом объекте. Рабочие давления в цикле определены: низкое – температурой кипения $p_0 = f(T_8)$, а высокое p_G является независимой переменной. Его выбор определяет все характеристики цикла: тепло, подведенное к генератору, тепло, отведенное в абсорбере и резорбере и холодопроизводительность. Коэффициент преобразования цикла COP является, в первую очередь, функцией высокого рабочего давления в машине.

Взаимное влияние параметров друг на друга и, в зависимости от этого, характеристик машины, рассмотрено в работе [5], где выполнены варианты расчеты при входных параметрах: температура греющего источника $110...130\text{ }^\circ\text{C}$, температура окружающей среды $30...40\text{ }^\circ\text{C}$, высокое рабочее давление $0,5...1,0\text{ МПа}$.

Машину предполагается использовать для двух конкретных случаев: с одним потребителем холода (температура в объекте $+5\text{ }^\circ\text{C}$) и с двумя потребителями холода (температура в объекте 1 $+5\text{ }^\circ\text{C}$, в объекте 2 $-10\text{ }^\circ\text{C}$). Этим температурам соответствуют режимы в испарителе: $T_{01} = -4\text{ }^\circ\text{C}$, $T_{02} = -15\text{ }^\circ\text{C}$.

Конечные результаты энергетического анализа представлены на рис. 2-4.

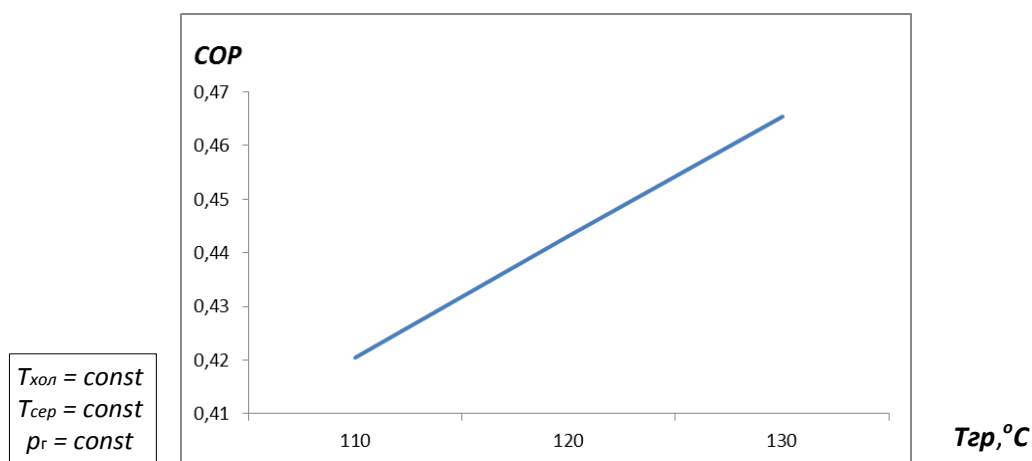


Рисунок 2 – Зависимость коэффициента преобразования машины от температуры

греющего источника

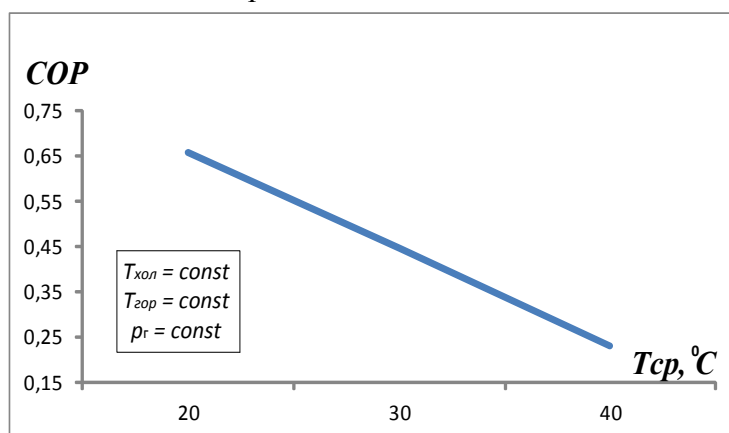


Рисунок 3 – Зависимость коэффициента преобразования машины от температуры окружающей среды

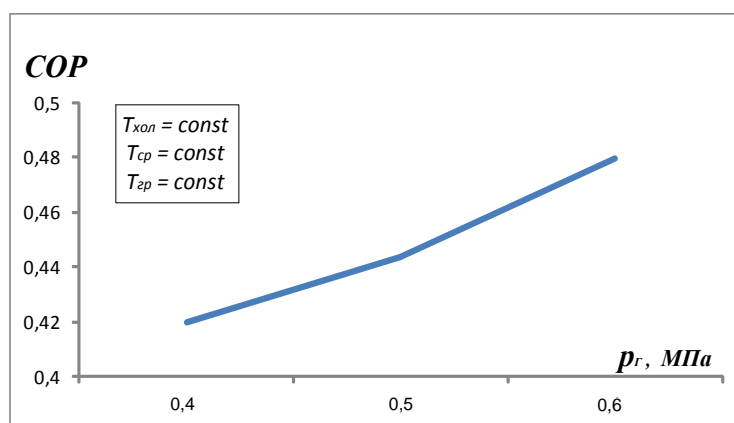


Рисунок 4 – Зависимость коэффициента преобразования машины от давления в генераторе и резорбере

Энергетическая эффективность абсорбционно-резорбционной холодильной машины в режимах тригенерации в зависимости от соотношения исходных параметров составляет 0,25...0,65. Термодинамический анализ показал возможность реализации схемно-циклового решения АРХМ для комплектации системы тригенерации малой энергетики [7]. Практическая реализация после этого связана с выбором конструкций компонентов машины.

Информация об использовании водоаммиачных машин в системах тригенерации малой энергетики в литературе отсутствует. Однако именно такие машины целесообразно использовать в отдаленных от централизованных энергетических систем населенных пунктах и независимых малых производствах, в частности, в сельскохозяйственных предприятиях с малыми энергетическими установками [3].

Перспективы водоаммиачного раствора определяются: природным происхождением, низкой стоимостью, средними рабочими давлениями, широким интервалом реализуемых температур (-20...190 °C). Современные конструкции пластинчатых теплообменных аппаратов для водоаммиачных абсорбционных машин предлагает фирма AlfaLaval [8]. С использованием материалов фирмы, представляем конструктивную схему АРХМ с $\text{NH}_3\text{-H}_2\text{O}$ рабочим веществом (рис 5).

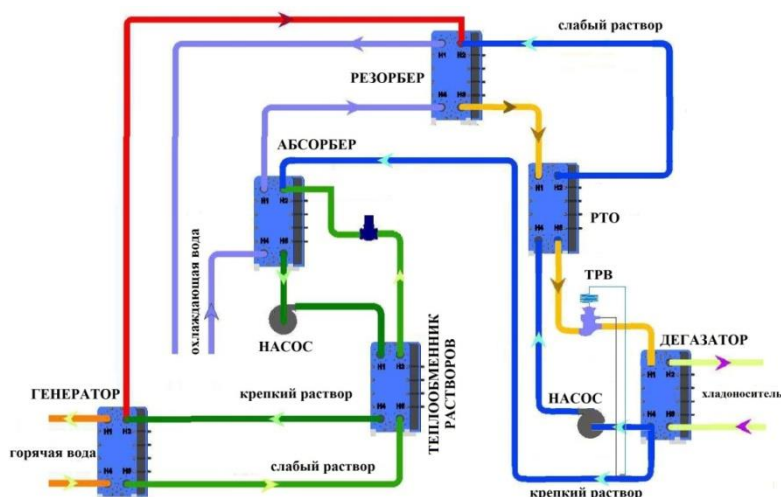


Рисунок 5 – Конструктивная схема АРХМ на основе пластинчатых аппаратов фирмы AlfaLaval

Испаритель, конденсатор, теплообменник растворов и регенеративный теплообменник в обычных абсорбционных машинах – обычные двухпоточные теплообменники. Процессы, происходящие в них, связаны с теплообменом однофазных потоков рабочего вещества или фазовых превращений чистых компонентов смеси. Абсорбер и генератор – теплообменные аппараты с процессами смешивания и конденсации или кипения с разделением смеси.

В резорбционной машине все теплообменные аппараты представляют трехпоточные конструкции с двумя потоками рабочего вещества в одном канале.

На входе в резорбер смешиваются потоки слабого раствора, поступающего из дегазатора и пара высокой концентрации, поступающего из генератора. Таким образом, из резорбера выходит крепкий раствор, который поступает в дегазатор. В свою очередь, из дегазатора выходят два потока: крепкий раствор поступает в абсорбер, а слабый раствор подается насосом обратно в резорбер.

Конструктивное решение таких теплообменников на примере абсорбера [8], приведено на рис. 6.

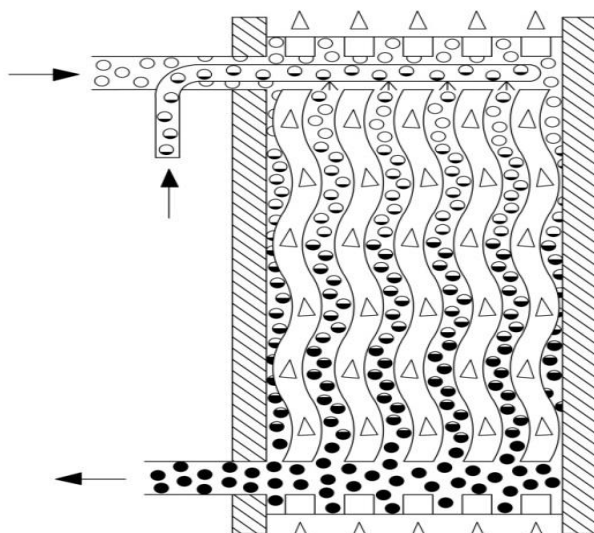


Рисунок 6 – Схема потоков рабочего вещества и теплоносителя в абсорбере:

- – пар из дегазатора;
- ◐ – слабый раствор из генератора;
- – крепкий раствор из абсорбера;
- △ – промежуточный теплоноситель [8].

Проблемой для теплообменника является распределение смеси равномерно по всем каналам. Для решения проблемы входной патрубков выполнен в виде конструкции «труба в трубе». По внутренней трубке подается слабый раствор и через отверстия инжeksiруется равномерно по каналам, захватывая пар, который поступил из испарителя. По аналогии с конструкцией абсорбера решается проблема других теплообменников АРХМ.

Тепловые и конструктивные расчеты компонентов АРХМ выполнены на отдельном примере с привлечением критериальных уравнений и методик (таб. 1), которые используются для расчета пластинчатых теплообменников в мировой практике [9].

Таблица 1 – К определению характеристик теплообменников

Название теплообменника	Теплоотдача со стороны рабочего вещества	Теплоотдача со стороны теплоносителя или хладоносителя
Абсорбер	$\alpha_{ар} = 0.2 \cdot \alpha_{Nu} \cdot Re_{п}^{0.12} \cdot Pr_{п}^{-0.33}$	$\alpha_{о.в.} = (Nu \cdot \lambda) / (n^{0.8} \cdot d_{екв})$
Резорбер	$\alpha_{ар} = 0.2 \cdot \alpha_{Nu} \cdot Re_{п}^{0.12} \cdot Pr_{п}^{-0.33}$	$\alpha_{о.в.} = (Nu \cdot \lambda) / (n^{0.8} \cdot d_{екв})$
Дегазатор	$q_a = 3800 \cdot (t_{ст} - t_o)^{2.2}$	$\alpha_{о.в.} = (Nu \cdot \lambda) / (n^{0.8} \cdot d_{екв})$
Генератор	$\alpha = 5.52 \cdot q^{0.6}$	

Графоаналитическим методом определены расчетные плотности тепловых потоков при разном количестве пластин с последующим выбором величины теплообменной поверхности аппаратов (рис. 7 – 12).

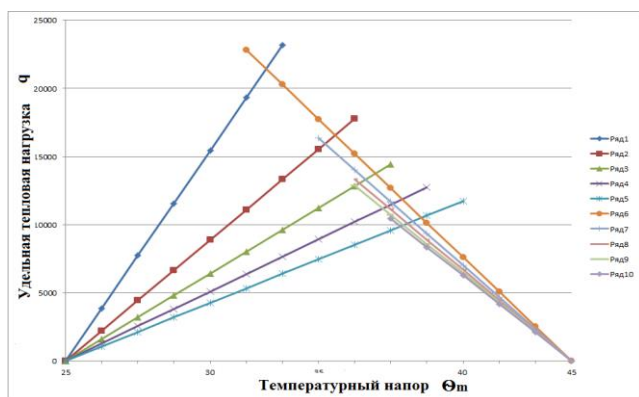


Рисунок 7 – Иллюстрация графоаналитического расчета абсорбера

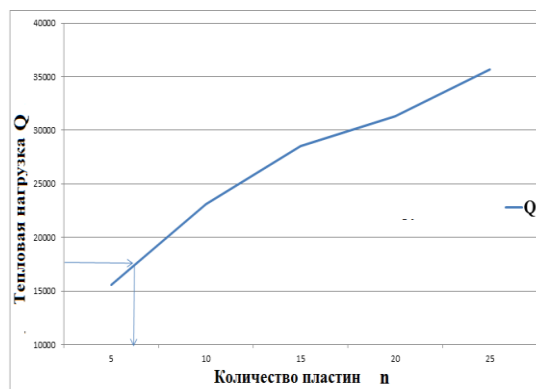


Рисунок 8 – К определению массогабаритных характеристик абсорбера

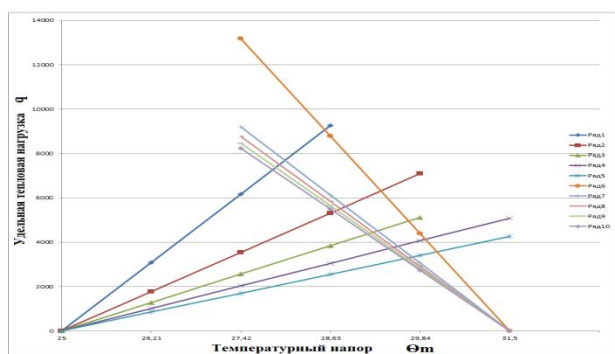


Рисунок 9 – Иллюстрация графоаналитического расчета резорбера

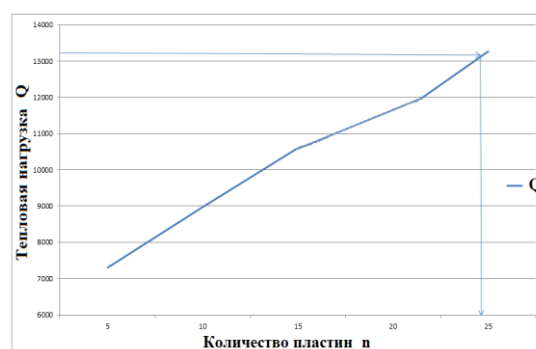


Рисунок 10 – К определению массогабаритных характеристик резорбера

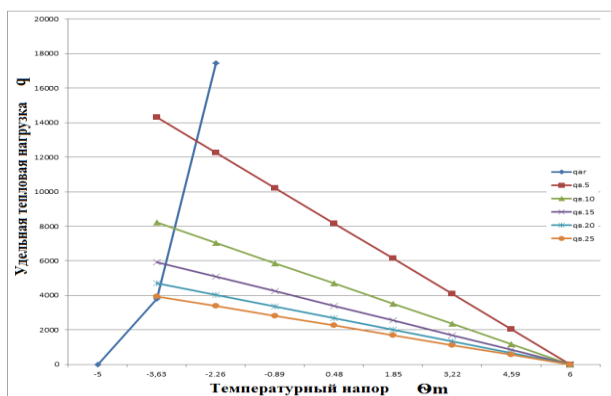


Рисунок 11 – Иллюстрация графоаналитического расчета дегазатора

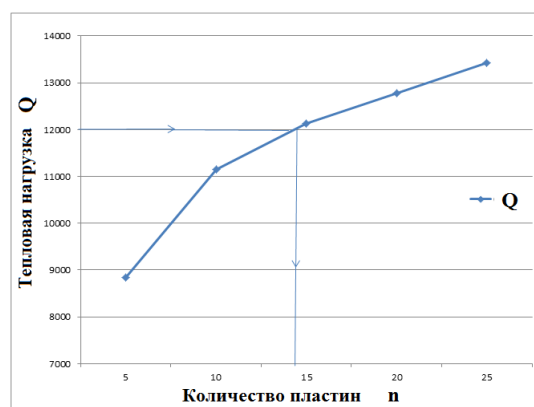


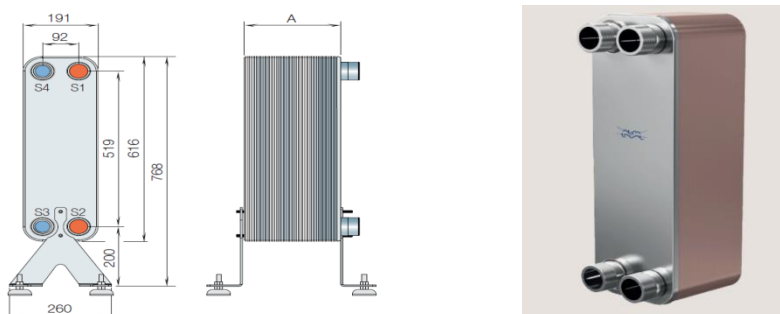
Рисунок 12 – К определению массогабаритных характеристик дегазатора

Расход металла на изготовление аппаратов резорбционной машины может быть определен по укрупненным измерениями на основании существующих каталогов различных фирм или действительных установок. Удельный расход металла (кг/кВт) для абсорбционных машин средней холодопроизводительности (80... 400 кВт), которые работают в стандартном режиме и укомплектованы кожухотрубными конструкциями, меняется относительно мало и составляет ориентировочно 40 ... 50 кг/кВт [10].

Теплообменные поверхности аппаратов в данной работе определены по выбору конструкции одной пластины (рис.13). Расчетные массогабаритные характеристики аппаратов приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Массогабаритные характеристики аппаратов

№ п/п	Аппарат	Габаритные размеры, мм	Объем, м ³	Масса, кг
1	Абсорбер	191x616x31	0,0036	6,92
2	Резорбер	191x616x79	0,0093	13,57
3	Дегазатор	191x616x54	0,0064	10,07
4	Генератор	191x616x46	0,0054	9,02
Машина			0,0247	39,58



S₁, S₂, S₃, S₄ – патрубки теплообменника на передней пластине;
 А – глубина теплообменника, мм;

Материал изготовления пластин – нержавеющая сталь

Число пластин, шт	Глубина, мм	Масса, кг
n	15 + 2.56n	4.82 + 0.35n

Рисунок 13 – Конструкция и габаритные размеры пластинчатого паяного теплообменника

Удельный расход металла, который непосредственно идет только на теплообменные аппараты, составляет 3.3 кг/кВт. Отличие полученных результатов и данных работы [10] заключается в масштабном факторе и изменении существующих технологий производства теплообменных аппаратов. Стоимость всех теплообменников по ценовым данным фирмы AlfaLaval составляет примерно 1000 евро.

Полученные результаты теоретических исследований свидетельствуют о перспективности практической реализации абсорбционно-резорбционной холодильной машины в системах малой энергетики.

Список литературы

1. Морозюк, Л. И. Теплоиспользующие холодильные машины – пути развития и совершенствования [Текст] / Л.И. Морозюк // Холодильная техника и технология. – 2014. – №5 (151). – С. 23–29.
2. Angrisani, G. Performance assessment of cogeneration and trigeneration systems for small scale applications [Text] / G. Angrisani, A. Akisawa, E. Marrasso, K. Roselli, M. Sasso // Elsevier. –2016.
3. Амерханов, Р. А. Теплотехника: Учебн. для вузов, 2-е изд., перераб. и доп. / Р. А. Амерханов, Б. Х. Драганов. – М.: 2006. – 432 с.
4. Thermax [Электронный ресурс] / – Режим доступа: <http://abxm-thermax.ru>.
5. Морозюк, Л. И. Энергетическая эффективность абсорбционно-резорбционной холодильной машины в системе тригенерации малой энергетики / Л. И. Морозюк, Б. Г. Грудка // Холодильная техника та технология. – 2016. – №4 (52). – С. 4–10.
6. Блиер, Б. М. Теоретические основы проектирования абсорбционных термотрансформаторов / Б. М. Блиер, А. В. Вургафт. – М.: Пищ. Пром. – 1971. – 204 с.
7. Морозюк, Л. И. Новые технические решения тригенерации в малой энергетике / Л. И. Морозюк, Б. Г. Грудка // «Казахстан-Холод 2017»: Сборник докладов международной научно-технической конференции, 15-16 марта 2017 года. – Алматы: АТУ, 2017. – С.166–174.
8. Dr. Claes Stenhede. A Technical Reference Manual for Plate Heat Exchangers in Refrigeration & Air conditioning Applications / Dr. Claes Stenhede // Alfa Laval AB. Fourth edition, June 1st, 2001.
9. Мартыненко, О. Г. Справочник по теплообменникам. Том 2. / О. Г. Мартыненко. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 352 с.
10. Бадьилькес, И. С. Абсорбционные холодильные машины / И. С. Бадьилькес, Р. Л. Данилов. – М.: Пищепромиздат, 1966. – 356 с.

УДК 621.57:621.182.44

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF FOULING ON THE EXTERNAL SURFACE OF AIR COOLED CONDENSER

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ОСАЖДЕНИЙ НА НАРУЖНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ВОЗДУШНОГО КОНДЕНСАТОРА

<p>Morozyuk L.I., Doctor of technical sciences Sokolovska-Yefymenko V.V., PhD Gaiduk S.V., PhD Moshkatuk A.V., Postgraduate</p>	<p>Морозюк Л.И., доктор техн. наук Соколовская-Ефименко В.В., кандидат техн. наук Гайдук С.В., кандидат техн. наук Мошкатюк А.В., аспирант</p>
<p>Odessa National Academy of Food Technologies, Ukraine, 65039, Odessa, 112 Kanatnaya str.</p>	<p>Одесская национальная академия пищевых технологий, Украина, 65039, Одесса, ул. Канатная, 112</p>
<p>E-mail: lara.morozyuk@mail.ru, kli2406@yandex.ru, gayduck.sergei@gmail.com, andryimoshkatyuk@gmail.com</p>	

Abstract

The source of the decrease in the efficiency of the heat exchanger during operation is fouling. The problem of the heat exchange surface fouling is classified as insoluble. A method for

Жилинская Н.Т., Зайцев А.Г., Базарнова Ю.Г., Сафронова В.И., Сазонова А.Л. Молекулярно-генетическая паспортизация штаммов микроорганизмов сельскохозяйственного назначения после криоконсервирования Zhilinskaya N.T., Zaycev G.A., Bazarnova I.G., Safronova V.I., Sazonova A.L. Agricultural microorganism molecular-genetic certification after cryopreservation	48
Гайсин И.А., Исрафилов И.Х. Влияние теплового режима на показатели качества обжариваемых продуктов Gaysin I.A., Israfilov I.H. The influence of thermal regime on indicators of the quality of the foods being fried	54
Кузнецова Т.А., Иванова А. Р., Попова В. О., Иванченко О. Б. Влияние способов хранения на содержание в биомассе <i>lemna minor</i> пигментов Kuznetsova T.A., Ivanova A. R., Popova V. O., Ivanchenko O. B. The influence of conservation on content pigments in common duckweed	57
Какимов А.К., Муратбаев А.М., Жумадилова Г.А. Цели инкапсулирования Kakimov A.K., Muratbaev A.M., Zhumadilova G.A. Objectives of encapsulation	61
Сулин А.Б., Марченко А.С. Имитационное моделирование процесса выхода на режим термо-электрического воздухоохладителя в условиях образования инея Sulin A.B., Marchenko A.S. Simulation modeling of the process of entering the regime of a thermoelectric air cooler in the conditions of frost formation	63
Лапардин Н.И. Вязкость и давление кипения смесей хладагента r134a и смазочного масла iso 32 Lapardin N.I. Viscosity and vapor pressure of mixtures of refrigerant r134a with lubrication oil iso 22	68
Мартынова Н.М., Жанарбекова М.Ж., Арманова Н.А., Ермоленко М.В., Степанова О.А. Бинарный цикл с использованием озонобезопасных холодильных агентов Martynova N.M., Janarbekova M.J., Armanova N.A., Yermolenko M.V., Stepanova O.A. Binary cycle using ozone-friendly refrigerants	73
Малинина О.С., Касьянов А.В., Рабцун А.О. Анализ влияния параметров внешних источников на эффективность абсорбционной бромистолитиевой холодильной машины Malinina O.S., Kasyanov A.V., Rabtsun A.O. The influence of parameters external sources on the efficiency of the absorption bromine lithium refrigerating machine	79
Морозюк Л.И., Грудка Б.Г. Возможности практической реализации абсорбционно-резорбционной холодильной машины в системах малой энергетики Morozyuk L.I., Hrudka B.H. Opportunities for practical implementation of absorption-rezorption refrigeration machine in the systems of small energy	82
Морозюк Л.И., Соколовская-Ефименко В.В., Гайдук С.В., Мошкатиук А.В. Исследование влияния осадений на наружной поверхности воздушного конденсатора Morozyuk L.I., Sokolovska-Yefymenko V.V., Gaiduk S.V., Moshkatuk A.V. Investigation of the effect of fouling on the external surface of air cooled condenser	89