

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



МАУЕКАШ
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

5. Антонова, З. Г. Переход экономики России на инновационный путь развития // Известия Томского Политехнического университета. – №6. – 2013. – С. 26–32.
6. Условия и перспективы развития холодильной промышленности России [Электронный ресурс] / Криотехника. – URL: <http://criotechnika.ru/articles/usloviya-i-perspektivy-razvitiya-xolodilnoj-promyishlennosti-rossii.html>.

УДК 641.539 : 621.574.013-932.2

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ РЕЖИМОВ ДЕФЛЕГМАТОРА
АБСОРБЦИОННОГО ХОЛОДИЛЬНОГО АГРЕГАТА В СОСТАВЕ
КОМБИНИРОВАННОГО БЫТОВОГО ПРИБОРА**

**SIMULATION OF THE THERMAL REGIME OF THE REFLUX CONDENSER
ABSORPTION REFRIGERATION UNITS IN A COMBINATION OF HOUSEHOLD
APPLIANCES**

Titlov A.S. , Doct. of Tech. Sc, Prof. Kholodkov A.O. , graduate student Priymak V.G. , graduate student	Титлов А.С. , д.т.н., профессор Холодков А.О. , аспирант Приймак В.Г. , аспирант
Odessa National Academy of Food Technologies, 1/3, Dvoryanskay St., Odessa, Ukraine, 65082	Одесская национальная академия пищевых технологий, Украина, 65082, Одесса, Дворянская, 1/3
E-mail: titlov1959@gmail.com	

Abstract

A promising direction of energy saving in household appliances can be the development of devices that combine the functions of cold storage and heat treatment of food, semi-finished products and agricultural raw materials. In such household combined appliances, the heat released during the implementation of the refrigeration cycle is not diverted directly to the environment, but is transferred to a special TC, while the volume of the TK is maintained at a temperature higher than the air temperature in the room. The effect of energy saving is achieved by expanding the functionality of household appliances without attracting additional energy. The analysis of temperature regimes of AXA showed that only the lift section of the dephlegmator ensures the efficiency of the TC in the combined heat device. The carried out modeling of thermal regimes of the lift section of the reflux condenser showed that the thermal insulation should cover the entire section, its thickness for fiberglass cloth should be not less than 3 ... 4 mm. Thermal losses to the environment in this case are reduced from 17 to 22%. The developed model is of particular interest when optimizing the operating conditions of AXA with variable thermal loads in the generator, including with afterburning. Having the dependence of the flow rate of the steam mixture at the inlet to the reflux condenser from the applied heat load, it is possible to control the location of the ammonia vapor purification zone at any air temperature in the room and to realize the energy saving modes of operation of household combined devices using electronic control systems.

Аннотация

Перспективным направлением в энергосбережении может стать разработка бытовых приборов, совмещающих функции холодильного хранения и тепловой обработки пищевых продуктов, полуфабрикатов и сельскохозяйственного сырья. В таких комбинированных бытовых приборах теплота, выделяющаяся при реализации холодильного цикла, не отводится в

окружающую среду, а направляется в специальную тепловую камеру (ТК). В объеме ТК поддерживается температура выше, чем температура воздуха в помещении. Эффект энергосбережения достигается за счет того, что температурные режимы в ТК поддерживаются без привлечения дополнительных энергозатрат. Анализ температурных режимов работы абсорбционных холодильных агрегатов (АХА) показал, что только подъемный участок дефлегматора, обеспечивает эффективность ТК в комбинированном тепловом приборе. Проведенное моделирование тепловых режимов подъемной секции дефлегматора показало, что теплоизоляция должна покрывать всю секцию, и ее толщина для стеклоткани должна быть не менее 3 ... 4 мм. Тепловые потери в окружающую среду в этом случае сокращаются от 17 до 22 %. Особый интерес разработанная модель представляет при оптимизации режимов работы АХА с переменными тепловыми нагрузками в генераторе, в том числе и с форсажными. Имея зависимость расхода паровой смеси на входе в дефлегматор от подводимой тепловой нагрузки, можно контролировать расположение зоны очистки пара аммиака при любой температуре воздуха в помещении и реализовывать энергосберегающие режимы работы бытовых комбинированных приборов с помощью электронных систем управления.

Введение

Анализ тепловых режимов абсорбционных холодильных агрегатов (АХА) показал, что перспективным направлением в энергосбережении может стать разработка бытовых приборов, совмещающих функции холодильного хранения и тепловой обработки пищевых продуктов, полуфабрикатов и сельскохозяйственного сырья [1]. В таких комбинированных бытовых приборах теплота, выделяющаяся при реализации холодильного цикла, не отводится в окружающую среду, а направляется в специальную тепловую камеру (ТК). В объеме ТК поддерживается температура выше, чем температура воздуха в помещении. Эффект энергосбережения достигается за счет того, что температурные режимы в ТК поддерживаются без привлечения дополнительных энергозатрат.

На предварительном этапе разработки бытовых комбинированных приборов был проведен анализ технологий, использующих термическую обработку продуктов, полуфабрикатов и сырья. Показано, что для реализации в быту подавляющего числа пищевых технологий достаточным является диапазон температур 50...70°C [2].

В современной бытовой холодильной технике такой диапазон температур отвода тепла холодильного цикла может быть получен только в АХА, причем анализ температурных полей показал, что необходимым температурным потенциалом (более 70°C) обладает опускной и подъемный участки дефлегматора и ректификатор [3].

В опускном участке дефлегматора и в ректификаторе проходит паровой поток водоаммиачной смеси, который используется для предварительного подогрева потока крепкого водоаммиачного раствора (ВАР) на входе генератора, поэтому отбор тепла в этих элементах влияет на энергетическую эффективность цикла АХА.

Максимальный эффект энергосбережения, в части обеспечения температурных режимов ТК, может быть достигнут в случае отбора тепла на подъемном участке дефлегматора. С учетом того, что большинство времени эксплуатации АХА в составе холодильного прибора работает в нестационарном режиме (позиционном [4] либо комбинированном [5]) с переменными тепловыми нагрузками на элементах следует оценить возможность применения ТК в составе абсорбционного холодильного прибора.

В первую очередь, необходимо оценить тепловой и температурный потенциал подъемного участка дефлегматора при работе в таких нестационарных режимах.

Объект исследования – подъемный участок дефлегматора АХА.

Метод исследования – моделирование температурных полей с использованием прикладных программ.

Математическая модель тепловых режимов дефлегматора АХА

Функциональная схема работы подъемного участка дефлегматора АХА представлена на рис. 1.

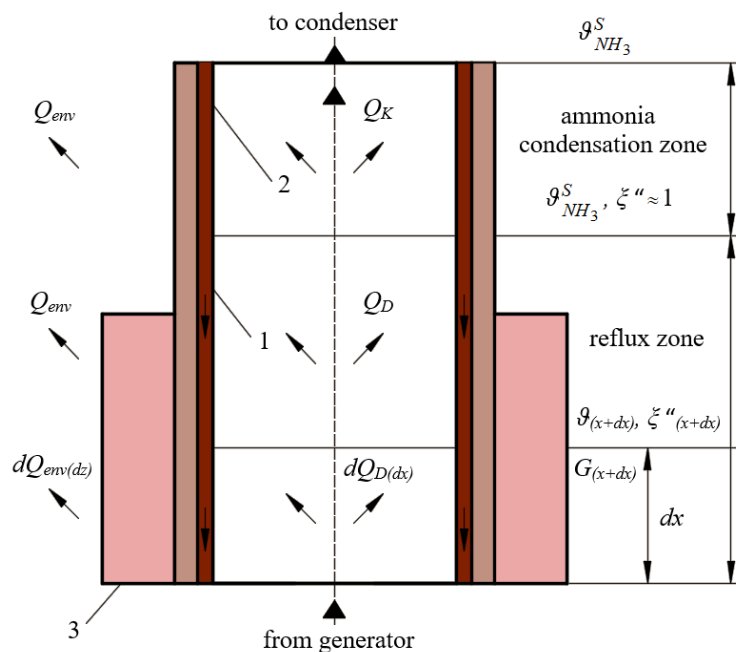


Рисунок 1 – Схема потоков тепла и массы в дефлегматоре

В общем случае, исходя из общих физических представлений, можно выделить два режима работы дефлегматора:

а) режим очистки паровой смеси, когда температура стенки (t_S) превышает температуру конденсации аммиака ($g_{NH_3}^S$);

б) режим частичной конденсации чистых паров аммиака ($t_S \leq g_{NH_3}^S$).

При идеальном режиме работы дефлегматора реализуется режим "а".

Исходными данными при моделировании являются:

а) размеры подъемного участка дефлегматора (длина L_D , внутренний d_{in} и наружный d_{out} диаметры трубы);

б) коэффициенты теплопроводности материала стенки трубы дефлегматора (λ_S) и материала тепловой изоляции (λ_{ii});

в) массовый расход пара аммиака на выходе подъемного участка дефлегматора G_{ex}'' ;

г) параметры потока паровой смеси на входе в подъемный участок дефлегматора (температура g_{ent} , массовая концентрация ξ''_{ent}).

На вход подъемного участка дефлегматора поступает паровая водоаммиачная смесь с параметрами g_{ent} , ξ''_{ent} , G_{ent}'' .

При частичной дефлегмации на начальном (нижнем) участке за счет разности температур стенки и потока концентрация аммиака в нем увеличивается. Равновесная температура потока паровой смеси (g) при этом снижается и на следующем, расположенном выше участке дефлегматора, температура стенки будет ниже, чем на начальном.

За счет изменения температуры стенки по высоте дефлегматора будут иметь место аксиальные перетоки тепла по сечению трубы (Q_{ax}).

Противотоком паровой смеси по внутренней стенке дефлегматора стекает охлажденная флегма. Теплота дефлегмации (Q_D) после подогрева флегмы (Q_F) отводится в окружающую среду (Q_{env}) как в зоне установки теплоизоляционного кожуха, так и со свободной поверхности трубы.

В основе математической модели лежат уравнения сохранения тепла и массы, которые для участка дефлегматора высотой Δx имеют вид

$$\Delta Q_{D(dx)} = \Delta Q_{env(dx)} + \Delta Q_F + \Delta Q_{ax}, \quad (1)$$

$$G''_{ex} = G''_{dx} + G'_{dx}, \quad (2)$$

где G''_{dx} и G'_{dx} – массовые расходы паровой смеси на выходе участка Δx и флегмы, образующейся на этом участке, соответственно, кг/с.

Для начального участка аксиальные перетоки тепла будут входить в левую часть уравнения (1) со знаком «плюс», а для конечного участка – со знаком «минус». На промежуточных участках вклад аксиальных перетоков представляет разность между притоком тепла от нижнего участка и оттоком тепла к верхнему участку.

При записи составляющих уравнения (1) применялись следующие допущения:

- а) термическое сопротивление пленки флегмы незначительно и при моделировании тепловых режимов дефлегматора ими можно пренебречь [6];
- б) температуры флегмы и стенки дефлегматора равны и на участке Δx постоянны;
- в) на участке Δx температура стенки дефлегматора постоянна в аксиальном и радиальном направлениях.

С учетом этих допущений уравнения (1) приобретает вид:

- а) входной (начальный) участок 1:

$$\alpha_{D(1)}(\mathcal{G}_{ent} - t_1) \cdot \Delta F_{in} = K_l(t_1 - t_{env}) \cdot \Delta x + G_{F(1)} \cdot C_{F(1)}(t_1 - t_2) + \frac{\lambda}{\Delta x}(t_1 - t_2) \cdot F_{sec}; \quad (3)$$

- б) выходной (конечный) участок K :

$$\alpha_{D(K)}(\mathcal{G}_K - t_K) \cdot \Delta F_{in} = K_l(t_K - t_{env}) \cdot \Delta x + \frac{\lambda}{\Delta x}(t_{K-1} - t_K) \cdot F_{sec}; \quad (4)$$

- в) промежуточный участок i ($i = 2 \dots K - 1$):

$$\alpha_{D(i)}(\mathcal{G}_i - t_i) \cdot \Delta F_{in} = K_l(t_i - t_{env}) \cdot \Delta x + G_{F(i)} \cdot C_{F(i)}(t_i - t_{i+1}) + \frac{\lambda}{\Delta x}(t_{i-1} - 2t_i + t_{i+1}) \cdot F_{sec}; \quad (5)$$

где $\alpha_{D(i)}$ – коэффициент теплообмена при конденсации водоаммиачного парового потока, Вт/(м²·К);

\mathcal{G}, t – температуры на участке Δx парового потока и стенки (флегмы), соответственно, °С;

K_l – линейный коэффициент теплопередачи между конденсирующимся паровым потоком и окружающей средой на участке Δx , Вт (м·К);

ΔF_{in} и F_{sec} – площадь внутренней стенки участка Δx и аксиального сечения трубы дефлегматора, соответственно, м²;

G_F, C_F – массовый расход и массовая теплоемкость поступающей флегмы, соответственно, кг/с и Дж/(кг·К).

Для нахождения неизвестных параметров парового потока на выходе участка Δx ($\mathcal{G}_{(x+dx)}$, $G_{(x+dx)}$ и $\xi''_{(x+dx)}$) к уравнениям (3-5) добавляются уравнения материального баланса по подъемному участку дефлегматора.

С учетом того, что дефлегматор должен покинуть поток чистого аммиака G'' , а в ректификатор возвратится флегма, содержащая как воду G_w^D , так и аммиак G_a^D , выражения для равновесной массовой концентрации можно представить в виде:

- а) для паровой смеси

$$\xi'' = \frac{G'' + G_a^D}{G'' + G_a^D + G_w^D}; \quad (6)$$

б) для жидкой смеси (флегмы)

$$\xi' = \frac{G_a^D}{G_a^D + G_w^D}. \quad (7)$$

Равновесные концентрации определяются температурой ϑ_{ex} и полным давлением в системе. Решая систему (6), (7) относительно G_a^D и G_w^D , находим

$$G_a^D = G'' \cdot \frac{1 - \xi''}{\xi' - 1 + \xi'' \left(\frac{1 - \xi'}{\xi'} \right)}, \quad (8)$$

$$G_w^D = G_a^D \cdot \frac{1 - \xi'}{\xi'}. \quad (9)$$

Из уравнений (8) и (9) можно определить полный поток флегмы, стекающей в ректификактор

$$G_F = G_a^D + G_w^D. \quad (10)$$

Таким образом, по заданной входной концентрации потока паровой смеси и расхода очищенного аммиака на выходе можно однозначно определить расход паровой смеси на входе в подъемный участок дефлегматора

$$G''_{ex} = G'' + G_F. \quad (11)$$

На участке Δx теплоту дефлегмации можно выразить и через теплоту фазового перехода r :

$$\Delta Q_{D(\Delta x)} = G_{F(\Delta x)} \cdot r. \quad (12)$$

Массовая концентрация флегмы определяется по температуре стенки дефлегматора, которую в первом приближении можно принять равной температуре потока ϑ .

Находим долю аммиака и воды в потоке флегмы на участке Δx

$$G_{a(\Delta x)}^D = G_{F(\Delta x)} \cdot \xi'_{(\Delta x)}, \quad (13)$$

$$G_{w(\Delta x)}^D = G_{F(\Delta x)} \cdot (1 - \xi'_{(\Delta x)}). \quad (14)$$

С учетом сжиженной флегмы, запишем уравнение для массовой концентрации потока на выходе участка Δx

$$\xi''_{ex(\Delta x)} = \frac{G'' + G_a^D - G_{a(\Delta x)}^D}{G'' + G_w^D - G_{w(\Delta x)}^D + G_w^D - G_{w(\Delta x)}^D}. \quad (15)$$

По значению концентрации $\xi''_{ex(\Delta x)}$ определяется равновесная температура потока паровой смеси на выходе участка Δx .

Представленная модель позволяет проводить как конструкторский, так и поверочный расчет подъемного участка дефлегматора АХА.

В результате конструкторского расчета подъемного участка дефлегматора с учетом исходных данных следует определить диаметр (d_{ii}) и высоту (h_{ii}) теплоизоляционного кожуха, при которых при температуре воздуха в помещении 32 °С обеспечивается полная очистка пара аммиака ($\zeta'' = 1$).

На первом этапе конструкторского расчета определяем диаметр теплоизоляционного кожуха на основе приближенного соотношения

$$G''_{ent} \cdot i''_{ent} - G'' \cdot i'' = \frac{\bar{\vartheta} - t_{env}}{R_{ti}}, \quad (16)$$

где i''_{ent} и i'' – удельная энтальпия паровой водоаммиачной смеси на входе подъемного участка дефлегматора и пара аммиака на выходе, соответственно, Дж/кг;

\bar{g} – средняя температура паровой смеси на подъемном участке дефлегматора, °С;

$$\bar{g} = \frac{g_{ent} + g_{NH_3}^S}{2};$$

t_{env} – температура воздуха в помещении (принимается равной 25 °С);

R_{ii} – суммарное термическое сопротивление тепловой изоляции, К/Вт.

На втором этапе при комфортной температуре воздуха в помещении 22 °С, проводим поверочный расчет теплоизоляционного кожуха. Определяем неизбежные потери аммиака при транспортировке в двух случаях – при традиционном проектировании с частичной установкой теплоизоляции на подъемном участке дефлегматора и при полной его теплоизоляции.

Таким образом, разработанная математическая модель позволяет определить оптимальные конструкторские размеры теплоизоляционного кожуха на подъемном участке дефлегматора, в том числе и при различных тепловых нагрузках на кипятильнике – генераторе.

Система уравнений (3)–(5) – (12)–(15) решалась при помощи итерационного метода, основанного на непосредственном определении температуры в каждом узле из разностного уравнения балансов энергии [7].

Для участка цилиндрической трубы длиной Δx с учетом принятых допущений можно записать три типа уравнений – для входного и выходного участка и для промежуточных участков (рис. 2).

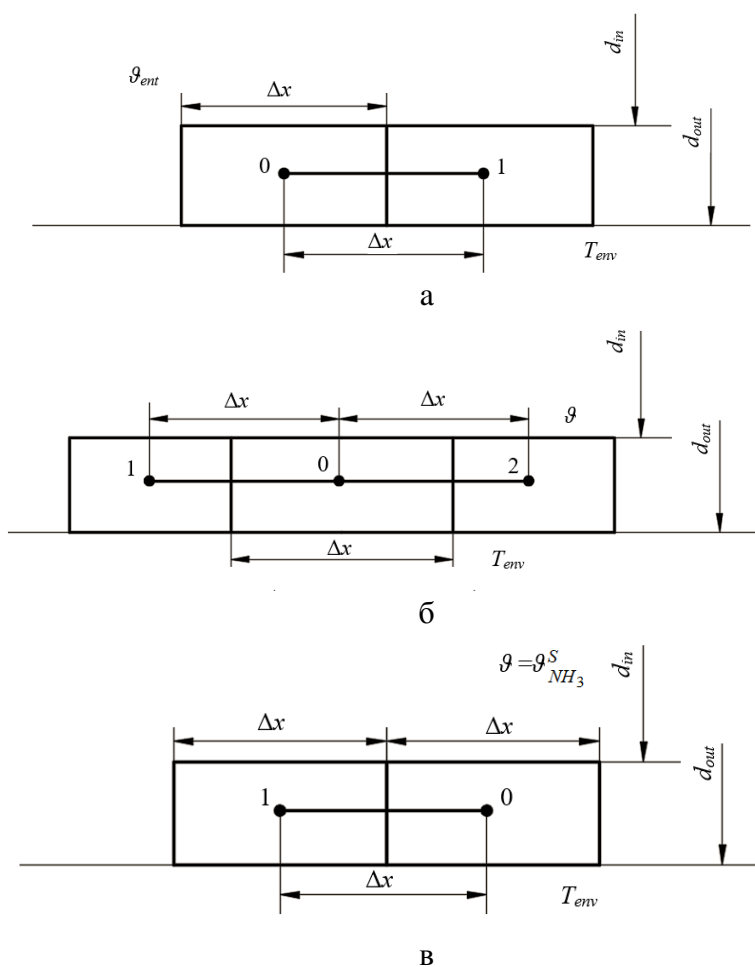


Рисунок 2 –Тепловые схемы типичных узлов подъемного участка дефлегматора АХА без теплоизоляционного кожуха: а – входной участок; б – промежуточный участок; в – выходной участок

Для случая «а» уравнение баланса энергии

$$\alpha_D \pi d_{in} \cdot (\mathcal{G}_{ent} - T_0) \Delta x + G_{F(1)} \cdot C_{F(1)} \cdot (T_1 - T_0) + \frac{\lambda}{\Delta x} F_{sec} (T_1 - T_0) + \alpha_k \pi d_{out} (T_{env} - T_0) \Delta x = 0. \quad (17)$$

После обозначения:

$$A = \alpha_D \pi d_{in} \cdot \Delta x; \quad ; B = G_{F(1)} \cdot C_{F(1)} \\ C = \frac{\lambda}{\Delta x} F_{sec}; \quad D = \alpha_k \pi d_{out} \cdot \Delta x,$$

уравнение (17) примет вид

$$\frac{A \mathcal{G}_{ent}}{(A + B + C + D)} + \frac{B + C}{(A + B + C + D)} \cdot T_1 + \frac{D}{(A + B + C + D)} \cdot T_{env} = T_0. \quad (18)$$

Обозначая постоянные величины в уравнении (18) соответствующим образом, получим соотношение для температуры узла «0»

$$T_0 = a_0 + a_1 T_1 + a_2 T_{env}. \quad (19)$$

Для случая «б» уравнение баланса энергии

$$\alpha_D \pi d_{in} \cdot (\mathcal{G} - T_0) \Delta x + G_{F(2)} \cdot C_{F(2)} \cdot (T_2 - T_0) + \frac{\lambda}{\Delta x} F_{sec} (T_1 - T_0) + \frac{\lambda}{\Delta x} F_{sec} (T_2 - T_0) + \alpha_k \pi d_{in} (T_{env} - T_0) \Delta x = 0. \quad (20)$$

После обозначения:

$$A = \alpha_D \pi d_{in} \cdot \Delta x; \quad B = G_{F(2)} \cdot C_{F(2)}; \quad C = \frac{\lambda}{\Delta x} F_{sec}; \quad D = \alpha_k \pi d_{in} \cdot \Delta x,$$

уравнение (20) примет вид

$$\frac{A}{(A + B + 2C + D)} \cdot \mathcal{G} + \frac{C}{(A + B + 2C + D)} \cdot T_1 + \frac{B + C}{(A + B + 2C + D)} \cdot T_2 + \frac{D}{(A + B + 2C + D)} \cdot T_{env} = T_0. \quad (21)$$

Применяя аналогичные обозначения, получаем соотношение для температуры узла «0»

$$T_0 = b_0 + b_1 \mathcal{G} + b_2 T_1 + b_3 T_2 \quad (22)$$

Для случая «в» уравнение баланса энергии:

$$\alpha_D \pi d_{in} \cdot (\mathcal{G} - T_0) \Delta x + \frac{\lambda}{\Delta x} F_{sec} (T_1 - T_0) + \alpha_k \pi d_{in} (T_{env} - T_0) \Delta x = 0. \quad (23)$$

После обозначения:

$$A = \alpha_D \pi d_{en} \cdot \Delta x \quad ; B = \frac{\lambda}{dx} F_{sev} \quad , C = \alpha_k \pi d_{en} \cdot \Delta x,$$

уравнение (23) примет вид

$$\frac{A}{(A + B + C)} \cdot \mathcal{G} + \frac{B}{(A + B + C)} \cdot T_{env} + \frac{C}{(A + B + C)} \cdot T_1 = T_0. \quad (24)$$

Упрощая (24) получим соотношение для температуры узла «0»

$$T_0 = c_0 + c_1 \mathcal{G} + c_2 T_1 \quad (25)$$

Расчет по уравнениям типа (19), (22) и (25) проводился методом Гаусса-Зайделя [7], который позволяет значительно уменьшить время сходимости за счет постоянного обновления текущих расчетных температур.

Расчет тепловых режимов в зоне установки теплоизоляционного кожуха проводится аналогичным образом с учетом термического сопротивления цилиндрического слоя теплоизоляции.

Результаты расчетов подъемных дефлегматоров типичных бытовых АХА приведены в табл. 1.

Таблица 1 – Результаты расчета подъемного участка дефлегматора типичных бытовых АХА

Наименование расчетных параметров	Базовые объекты		
	Холодопроизводительность испарителя АХА, Вт		
	40	50	60
	Высота подъемной части дефлегматора, м		
	0,80	1,00	1,25
Массовый расход $G \cdot 10^5$, кг/с			
– аммиака во флегме	0,198	0,248	0,297
– воды во флегме	0,388	0,486	0,583
– флегмы	0,586	0,733	0,878
– пара аммиака на выходе дефлегматора	3,330	4,171	5,002
– паровой смеси на входе дефлегматора	3,916	4,905	5,882
Тепловая нагрузка подъемного участка дефлегматора, Вт	20,9	26,2	31,5
Термическое сопротивление тепловой изоляции при температуре воздуха, К/Вт:			
– 32 °С	2,54	2,02	1,68
– 22 °С	3,01	2,40	2,00
Тепловые потери при комфортной температуре воздуха в помещении (22 °С), Вт:			
– при установке тепловой изоляции на всем дефлегматоре	1,8	2,2	3,3
– в базовой конструкции	7,4	10,9	13,7
Снижение тепловых потерь на подъемном участке дефлегматора АХА по сравнению с базовой конструкцией, %	17	22	22

Расчеты проведены для трубы дефлегматора диаметром $16 \times 1,5$ мм. Материал трубы – сталь ($\lambda_s = 45$ Вт/(м·К)). Материал теплоизоляции кожуха – ткань из стекловолна ($\lambda_{ti} = 0,056$ Вт/(м·К)). На вход подъемного участка дефлегматора поступает водоаммиачная паровая смесь с температурой равной 120°С.

1. Перспективным направлением энергосбережения в бытовой технике может стать разработка приборов, совмещающих функции холодильного хранения и тепловой обработки пищевых продуктов, полуфабрикатов и сельскохозяйственного сырья. В таких бытовых комбинированных приборах теплота, выделяющаяся при реализации холодильного цикла, не отводится сразу в окружающую среду, а передается в специальную ТК, при этом в объеме ТК поддерживается температура выше, чем температура воздуха в помещении. Эффект энергосбережения достигается за счет расширения функциональных возможностей бытовых приборов без привлечения дополнительных энергозатрат.

2. Анализ температурных режимов АХА показал, что только подъемный участок дефлегматора обеспечивает работоспособность ТК в составе комбинированного теплового прибора.

3. Проведенное моделирование тепловых режимов подъемного участка дефлегматора показало, что тепловая изоляция должна закрывать весь участок, ее толщина для стекловолнистой ткани должна быть не менее 3...4 мм. Тепловые потери в окружающую среду при этом сокращаются от 17 до 22 %.

4. Особый интерес разработанная модель представляет при оптимизации режимов работы АХА с переменными тепловыми нагрузками в генераторе, в том числе и с форсажными. Имея зависимость расхода паровой смеси на входе в дефлегматор от подводимой тепловой нагрузки, можно контролировать расположение зоны очистки пара аммиака при любой температуре воздуха в помещении и реализовывать энергосберегающие режимы работы бытовых комбинированных приборов с помощью электронных систем управления.

Список литературы

1. Титлов, А. С. Разработка новых конструкций бытовых комбинированных приборов абсорбционного типа, совмещающих функции холодильного хранения и тепловой обработки [Текст] / А. С. Титлов, С. В. Вольневич, Ю. А. Козонова // Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій . – 2013. – Т.1. – Вип. 44. – С. 231–241.
2. Тележенко, Л. М. Розробка нового типу побутових комбінованих приладів [Текст] / Л. М. Тележенко, О. С. Тітлов, С. В. Вольневич, Ю. О. Козонова // Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій. – 2009. – № 35. – Т.1. – С. 22–25.
3. Тітлов, О. С. Науково–технічні основи створення енергозберігаючих побутових абсорбційних холодильних приладів [Текст] / О. С. Тітлов, М. Д. Захаров // Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій. – 2009. – № 35. – Т.1. – С. 113–127.
4. Titlova, O. Concept of automatic control system for improving the efficiency of the absorption refrigerating units / O. Titlova, V. Khobin, O. Titlov //Automation of technological and business–processes. – 2016. – V. 2. – № 4. – P. 4–7.
5. Titlova, O. Search of the energy efficient operation modes of absorption refrigeration units / O. Titlova, O. Titlov, O. Olshevskaya // Eastern–European Journal of Enterprise Technologies. – 2016. – 5/2 (83). – P. 45–53.
6. Kholodkov, A. Modeling of thermal modes of the reflux condenser of the absorption refrigeration unit [Текст] / A. Kholodkov, A. Titlov // EUREKA: Physics and Engineering. – 2017. – No 3. – P.31–40.
7. Кириллов, В. Х. Компьютерное моделирование физических и технологических процессов. Теория, алгоритмы, программы / В. Х. Кириллов, В. В. Зуб, А. С. Титлов, А. К. Ширшков // Учебное пособие. – Одесса: Издательство ВМВ, 2016. – 565 с.

УДК 621.574.013-932.2:621.574.1:661.91

АНАЛИЗ ПЕРСПЕКТИВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПАРОЭЖЕКТОРНОЙ И АБСОРБЦИОННОЙ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК ДЛЯ ОХЛАЖДЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ГАЗА И ПОЛУЧЕНИЯ ЖИДКОГО УГЛЕВОДОРОДНОГО ТОПЛИВА

ANALYSIS OF PROSPECTS OF THE USE STEAM JET AND ABSORPTION CHILLERS FOR COOLING THE PROCESS GAS AND EXTRACTION OF LIQUID HYDROCARBON FUELS

Titlov A.S. ¹ , Doct. of Tech. Sc, Prof. Sagala T.A. ² , PhD, Senior Lecturer Dyachenko T.V. ³ , PhD, associate professor Artyukh V.N. ⁴ , graduate student Maguryan N.S. ⁵ , student	Титлов А.С. ¹ , д.т.н., профессор Сагала Т.А. ² , к.т.н., старший препод. Дьяченко Т.В. ³ , к.т.н., доцент Артюх В.Н. ⁴ , аспирант Магуриян Н.С. ⁵ , студентка
Odessa National Academy of Food Technologies, 1/3, Dvoryanskay St., Odessa, Ukraine, 65082	Одесская национальная академия пищевых технологий, Украина, 65082, Одесса, Дворянская, 1/3
E-mail: titlov1959@gmail.com	

Abstract

Streams of hydrocarbon gases obtained in the chemical and oil refining industries having a sufficiently high temperature are advisable to be cooled to separate fractions of liquid hydrocarbon fuel from them. In winter, this is possible by cooling the gas with industrial water from the circulating heat supply system, and in summer, especially in the southern regions of the country, installations for

Крусир Г.В., Соколова В.И. Исследование биотехнологической переработки полимерной тары Krusir G.V., Sokolova V.I. Research of biotechnological processing of polymeric container	145
Круглов А.А., Тазитдинов Р.Р. Обзор моделей расчета процессов испарения капель в вакууме Kruglov A.A., Tazitdinov R.R. Review of models for calculation of evaporation processes drops in vacuum	147
Крусир Г.В., Скляр В.Ю. Анализ вторичных ресурсов плодоовощной промышленности Krusir G.V., Sklyar V.Y. Analysis of secondary resources of the fruit and vegetable industry	152
Татаренко Ю.В., Коровин А.В., Ивановский М.И., Сагайдак Н.С. Пути развития холодильной промышленности в Российской Федерации Tatarenko Yu.V., Korovin A.V., Ivanovsky M.I., Sagaidak N.S. Ways of development of refrigerating industry in Russian federation	159
Титлов А.С., Холодков А.О., Приймак В.Г. Моделирование тепловых режимов дефлегматора абсорбционного холодильного агрегата в составе комбинированного бытового прибора Titlov A.S., Kholodkov A.O., Priymak V.G. Simulation of the thermal regime of the reflux condenser absorption refrigeration units in a combination of household appliances	162
Титлов А.С., Сагала Т.А., Дьяченко Т.В., Артюх В.Н., Магурян Н.С. Анализ перспектив использования парожеткаторной и абсорбционной холодильных установок для охлаждения технологического газа и получения жидкого углеводородного топлива Titlov A.S., Sagala T.A., Dyachenko T.V., Artyukh V.N., Maguryan N.S. Analysis of prospects of the use steam jet and absorption chillers for cooling the process gas and extraction of liquid hydrocarbon fuels	170
Титлов А.С., Холодков А.О., Титлова О.А. Моделирование тепловых режимов подъемного участка дефлегматора абсорбционного холодильного агрегата Titlov A.S., Kholodkov A.O., Titlova O.A. Modeling of thermal regimes of lifting site deflagmator absorption refrigerating unit	179
Филькин Н.Ю., Боле Е.С., Коляда Е.А., Гусаков В.А. Анализ газодинамической эффективности газовых фильтров с коротким диффузором при работе в условиях завихренного потока Filkin N.Yu., Bole E.S., Kolyada E.A., Gusakov V.A. The analysis of gas dynamic efficiency of gas filters with short diffusor when operating in the conditions of the swirled flow	190
Фот А.Н., Максименко В.А. Методика экономически обоснованного расчета холодильной машины с узлом конденсации комбинированного охлаждения Fot A.N., Maksimenko W.A. Method of calculation of reasonable cost chiller node condensation combined cooling	195