

Выводы

1. По результатам анализа режимов работы акратофоров в стационарных условиях можно рекомендовать 60 мм нижним пределом толщины теплоизоляции на акратофорах. Срок окупаемости, при сложившейся на первый квартал 2010 года структуры цен на материалы и теплоносители, составляет: 1,14 года – для теплоизоляции 60 мм; 1,20 года – для 80 мм; 1,29 года – для 100 мм.
2. Анализ теплофизических процессов в нестационарных условиях работы акратофора (при отключении циркуляции рассола) показал наличие стратификации – расслоения разнонагретых слоев по высоте в виноматериале. Для ее устранения необходим внешний побудитель циркуляции, например, мешалка.
3. Особое внимание следует обратить на результаты моделирования нестационарных тепловых режимов акратофоров при заполнении объема охлаждающей рубашки акратофора воздухом.
4. Нижняя часть акратофора, незакрытая охлаждающей рубашкой, является "слабым звеном" с позиции теплопритоков. Предлагается компенсировать меньшее термическое сопротивление нижней части акратофора за счет установки большего, по сравнению с верхней частью акратофора, теплоизоляционного покрытия.

Литература

1. Богданов С.Н. Холодильная техника. Кондиционирование воздуха. Свойства веществ: Справочник [Текст] / С.Н. Богданов, С.И. Бурцев, О.П. Иванов, А.В. Куприянова. – Изд. 4-е, перераб. и доп. – СПб.: СПбГАХПТ, 1999. – 320 с.
2. Чубик И.А. Справочник по теплофизическим характеристикам пищевых продуктов и полуфабрикатов [Текст] / И.А. Чубик, А.М. Маслов. – Изд-во 2-е, доп. – М.: Пищевая промышленность, 1970. – 184 с.
3. Крейт Ф. Основы теплопередачи [Текст] / Ф. Крейт, У. Блэк. – М.: Мир, 1983. – 512 с.
4. Гоголин А.А. Осушение воздуха холодильными машинами. Научное сообщение [Текст]. – М.: Госторгиздат, 1962. – 103 с.
5. Дульчев Г.Н. Тепло- и массообмен в радиоэлектронной аппаратуре [Текст]. – М.: Высш. шк., 1984. – 247 с.
6. Джалурия Й. Естественная конвекция. Тепло- и массообмен [Текст]. – М.: Мир, 1983. – 400 с.
7. Исаченко В.П. Теплопередача [Текст] / В.П. Исаченко, В.А. Осипова, А.С. Сукомел. – Изд. 4-е перераб. и доп. – М.: Энергия, 1981. – 416 с.
8. Справочник по теплообменникам [Текст]. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – Т. 1. – 560 с.
9. Теория теплообмена [Текст] / С.И. Исаев, Н.А. Кожин, В.И. Кофанов и др.; Под ред. А.И. Леонтьева. – М.: Высш. школа, 1979. – 495 с.
10. Теплотехнический справочник [Текст] / Под ред. С.Г. Герасимова. – М.-Л.: Госэнергоиздат, 1957. – Т.1. – 728 с.
11. Бобров Ю.Л. Теплоизоляционные материалы и конструкции [Текст] / Ю.Л. Бобров, Е.Т. Овчаренко, Б.М. Шойхет, Е.Ю. Петухова. – М.: ИНФРА-М, 2003. – 268 с.

УДК 629.125:621.575.932:621.565.92

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КАЧКИ СУДНА НА ПРОЦЕССЫ ГРАВИТАЦИОННОГО ПЛЕНОЧНОГО ТЕЧЕНИЯ РАБОЧЕГО ТЕЛА В ТЕПЛООБМЕННЫХ ЭЛЕМЕНТАХ АБСОРБЦИОННЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ АГРЕГАТОВ (АХА)

Очеретяный Ю.А, Кирилов В.Х., д-р техн. наук, профессор
Одесский национальный морской университет, Одесса
Титлов А.С., д-р техн. наук, доцент
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

Представлены результаты моделирования процессов гравитационного течения жидкой фазы рабочего тела абсорбционных холодильных агрегатов в условиях морской качки на малых судах. Приведены расчетные условия стабильной эксплуатации холодильных приборов

The results of design of processes of gravity flow of liquid phase of working body of absorption refrigeration aggregates are presented in the conditions of the marine tossing on small courts. Calculation stable external of refrigeration devices environments are resulted

Ключевые слова: абсорбционный холодильный агрегат, малые суда, гравитационное течение, качка

Бытовые охлаждающие приборы являются необходимым элементом быта современного человека, в том числе и при путешествиях на различных видах транспорта. На малом водном транспорте (спортивных и круизных катерах и яхтах) особый интерес вызывает использование абсорбционных холодильных приборов (АХП), в состав которых входят безнасосные абсорбционные холодильные агрегаты (АХА). Такой интерес в первую очередь связан возможностью работы АХА с неэлектрическими источниками тепловой энергии — как с горелочными устройствами, так и с источниками низкопотенциального бросового тепла. Применение компрессионных и термоэлектрических моделей холодильников в таких условиях предполагает наличие дополнительных аккумуляторных батарей, которые увеличивают вес судна.

К другим отличительным качествам АХП относят отсутствие в конструкции движущихся элементов и связанную с этим бесшумность в работе, высокую надёжность и длительный ресурс, возможность использования в одном АХА несколько источников тепловой энергии различной физической природы. Источниками энергии АХП могут быть как электрические, так и неэлектрические источники тепла (солнечное излучение, теплота сгорания биогаза, природного и сжиженного газа, дизельного топлива, керосина, рапса, выхлопные газы двигателей внутреннего сгорания [1]).

В течении многих лет ведущие производители абсорбционной холодильной техники, в частности, фирмы «Elektrolux», «Bosh», «Gronland», а также отечественный производитель — Васильковский завод холодильников, выпускают переносные или транспортные модели АХП, имеющими возможность работать с различными источниками энергии [2]. Переносные модели, как правило, имеют небольшой полезный объем (от 30 до 50 дм³) и преимущественно используются для кратковременного (3-5 дней) хранения продуктов питания и полуфабрикатов, в том числе и на маломерных судах.

Вместе с тем производители переносных АХП не предполагают возможность их работы в условиях морской качки.

Различают несколько типов качки, вызываемой морскими ветровыми волнами, действующих на судно (рис. 1):

- а) килевая качка — выражается в подъеме и опускании носовой и кормовой частей судна;
- б) бортовая качка — переменное наклонение судна на один или другой борт;
- в) вертикальная качка — общий подъем и опускание судна.

Важно отметить, что АХА жестко связан с корпусом судна и вынужден воспринимать все колебательные возмущения окружающей водной среды, а основные гидродинамические процессы сводятся к гравитационному течению тонких слоев жидкой фазы рабочего тела по слабонаклонным (около 5° [3-5]) к горизонтальной плоскости трубчатым элементам — конденсатору, испарителю и абсорберу.

Вертикальная качка не влияет на процессы гравитационного течения жидкой фазы рабочего тела, а бортовая качка может быть компенсирована при помощи оригинального устройства, способного постоянно поддерживать холодильник в горизонтальном положении [6]. При таком положении неблагоприятное воздействие на процессы течения рабочего тела в АХА может оказывать только килевая качка. Килевая качка может создать условия, при которых нарушатся гравитационные режимы течения и работа АХА станет невозможна.

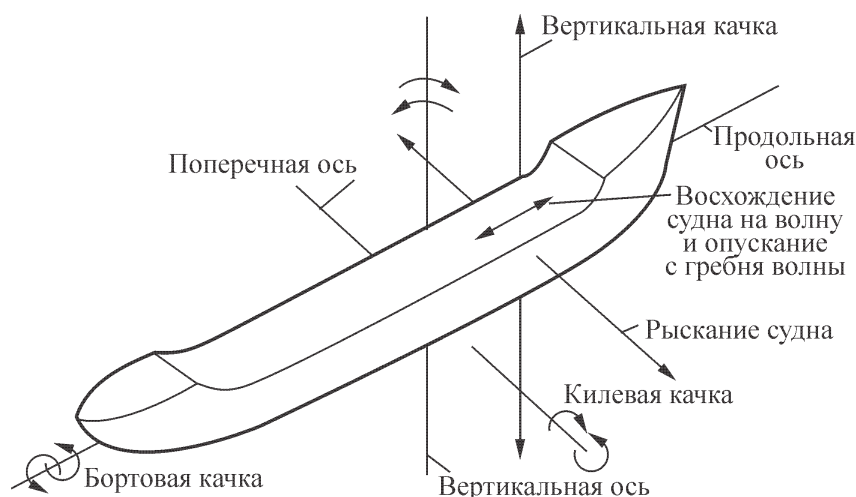


Рис. 1 – Типы качки маломерного судна

Для определения перспектив работы АХП на малом водном транспорте было проведено математическое моделирование влияния килевой качки судна на процессы гравитационного течения по слабонаклонным поверхностям АХА в условиях регулярного волнения на море.

При работе АХА пленочное течение жидкой фазы рабочего тела является преобладающими во всех его элементах (рис. 2): в конденсаторе жидкий аммиак стекает по наклонной поверхности в испаритель; в испарителе — течение жидкого аммиака по наклонной змеевиковой поверхности; в абсорбере происходит течение слабого водоаммиачного раствора в противотоке с водородоаммиачной смесью.

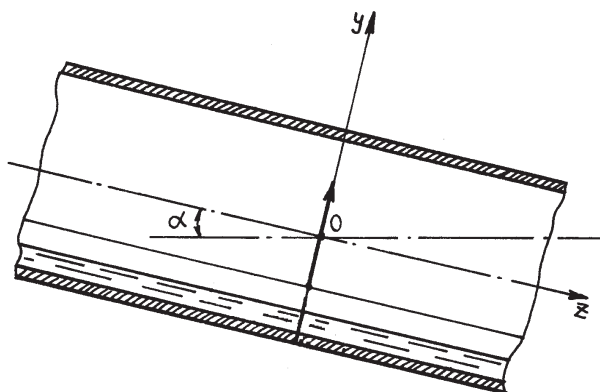


Рис. 2 – Схема пленочного течения жидкой фазы рабочего тела по наклонным поверхностям элементов АХА

В качестве определяющих соотношений при гравитационном пленочном течении примем формулы для толщины пленки жидкости при ламинарном течении по наклонной поверхности [7, 8]. При обычном гидродинамическом течении пленки, если известна плотность орошения жидкости, толщина слоя жидкости равна

$$\delta = 3 \sqrt[3]{\frac{3\nu_{жс} \cdot q_0}{\sin(\alpha + \psi)}} \quad (1)$$

При пленочной конденсации на наклонной поверхности толщина конденсата определяется соотношением

$$\delta = 4 \sqrt[4]{\frac{4\lambda_{жс} \cdot \mu_{жс} \cdot (T_n - T_c) \cdot x}{r \cdot \rho_{жс}^2 \cdot g \cdot \sin(\alpha + \psi)}} \quad (2)$$

где $\lambda_{жс}$ — коэффициент теплопроводности конденсата, Вт/(м·К);
 $\mu_{жс}$ — коэффициент динамической вязкости конденсата, Па·с;
 $\rho_{жс}$ — плотность конденсата, кг/м³;
 r — теплота фазового перехода, Дж/кг;
 T_n — температура насыщения пара, К;
 T_c — температура наклонной поверхности, К;
 x — продольная (вдоль наклонной поверхности), м.

α — угол отклонения рабочих наклонных поверхностей АХА от горизонтали;

Из формул (1) и (2) видно, что при угле качки

$$\Psi = -\alpha \quad (3)$$

данные соотношения теряют смысл, т. е. в таком случае гидродинамическое течение отсутствует. Далее проведем исследования качки судна на предмет определения амплитуды качки

$$\psi = \psi(t). \quad (4)$$

Качка судна при умеренной скорости хода определяется следующей системой уравнений [9,10]:

— для вертикальной качки

$$\left(\frac{D}{g} + \Delta M\right) \cdot \ddot{\zeta} + v_{\zeta} \dot{\zeta} + \gamma S \zeta - v_0 \Delta M \dot{\Psi} - v_0 v_{\zeta} \Psi = r_0 \cdot (\gamma a_0 - \sigma^2 a_0') \cdot \cos \sigma_k t - r_0 \sigma a_0' \sin \sigma_k t; \quad (5)$$

— для килевой качки

$$\begin{aligned} (J_y + \Delta J_y) \cdot \ddot{\Psi} + \left(v_\Psi + \frac{v_0^2}{\sigma^2} \cdot v_\zeta \right) \cdot \dot{\Psi} + (DH - v_0^2 \Delta M) \cdot \Psi = \\ = -r_0 \sigma b_1' \cos \sigma_\epsilon t - r_0 \cdot (\gamma b_1 - \sigma^2 b_1'') \cdot \sin \sigma_\epsilon t. \end{aligned} \quad (6)$$

Рассматриваются вынужденные колебания судна

$$\begin{aligned} \zeta &= \zeta_1 \cos \sigma_\kappa t + \zeta_2 \sin \sigma_\kappa t; \\ \Psi &= \Psi_1 \cos \sigma_\kappa t + \Psi_2 \sin \sigma_\kappa t. \end{aligned} \quad (7)$$

Амплитудные функции $\zeta_1, \zeta_2, \Psi_1, \Psi_2$ определяются из алгебраической системы уравнений:
— для расчета килевой качки

$$\begin{aligned} \left[(DH - v_0^2 \Delta M) - \sigma_k^2 (J_y + \Delta J_y) \right] \cdot \Psi_1 + \left(v_\Psi + \frac{v_0^2}{\sigma_k^2} v_\zeta \right) \cdot \sigma_k \Psi_2 = -r_0 \sigma b_1'; \\ - \left(v_\Psi + \frac{v_0^2}{\sigma_k^2} v_\zeta \right) \cdot \sigma_k \Psi_1 + \left[(DH - v_0^2 \Delta M) - \sigma_k^2 (J_y + \Delta J_y) \right] \cdot \Psi_2 = -r_0 (\gamma b_1 - \sigma^2 b_1''); \end{aligned} \quad (8)$$

— для расчета вертикальной качки

$$\begin{aligned} \left[\gamma S - \sigma_k^2 \left(\frac{D}{g} + \Delta M \right) \right] \cdot \zeta_1 + v_\zeta \sigma_k \zeta_2 = v_0 \Delta M \sigma_k \Psi_2 + v_0 v_\zeta \Psi_1 + r_0 (\gamma \alpha_0 - \sigma^2 a_0''); \\ - v_\zeta \sigma_k \zeta_1 + \left[\gamma S - \sigma_k^2 \left(\frac{D}{g} + \Delta M \right) \right] \cdot \zeta_2 = -v_0 \Delta M \sigma_k \Psi_1 + v_0 v_\zeta \Psi_2 - r_0 \sigma a_0'. \end{aligned} \quad (9)$$

Наибольшие значения амплитудных функций

$$\Psi = \sqrt{\Psi_1^2} + \sqrt{\Psi_2^2} \quad \text{и} \quad \zeta = \sqrt{\zeta_1^2} + \sqrt{\zeta_2^2} \quad (10)$$

достигается при совпадении частот вынужденных и свободных колебаний

$$\sigma_\kappa = \sqrt{\frac{DH - v_0^2 \Delta M}{J_y + \Delta J_y}}. \quad (11)$$

В уравнениях (5)-(11) приняты следующие обозначения:

D — водоизмещение судна, т;

H — продольная метацентрическая высота, м;

v_0 — скорость судна, м/с;

ΔM — величина присоединенной массы, т·с²/м;

σ_κ — кажущаяся частота волн, 1/с;

J_y — момент инерции масс судна вокруг оси y , тм·с²;

ΔJ_y — присоединенный момент инерции, тм·с²;

$\Psi_1, \Psi_2, \zeta_1, \zeta_2$ — постоянные величины, представляющие амплитудные значения вертикальной и килевой качки;

v_Ψ, v_ζ — коэффициенты сопротивления;

r_0 — амплитуда волны, м;

α_0 — коэффициент главной части возмущающих сил;

b_1 — ширина соответствующего шпангоута по действующую ватерлинию, м;

$g = 9,81$ м/с² — ускорение силы тяжести.

Для расчета продольной качки яхты «Архимед» приняты следующие значения: длина судна $L = 6,45$ м; ширина судна $B = 2,1$ м; осадка судна $T = 0,91$ м; водоизмещение $D = 2,55$ т; аппликата центра тяжести судна $Z_G = 2,5$ м; продольная метацентрическая высота $H_0 = 5,43$ м; моменты инерции площади ватерлинии: $I_x = 1,83$ м⁴; $I_y = 16,977$ м⁴; абсцисса центра тяжести площади ватерлинии $x_f = -0,42$ м; абсцисса центра тяжести судна $x_G = -0,5$ м; площадь действующей ватерлинии $S = 8,1$ м²; радиус инерции масс судна $r_y = 1,48$ м; плотность воды $\gamma = 1,025$ т/м³; массовая плотность воды $\rho = 0,1045$ тс²/м⁴.

Значения безразмерного коэффициента волнового сопротивления и присоединенной массы воды при вертикальных колебаниях определены по графикам А.З. Салькова [9].

Параметры ветровой (возмущающей) волны [10] определены по экспериментальным данным [11]. Для этих данных был проведен регрессионный анализ по методу наименьших квадратов.

В ходе анализа были получены следующие зависимости:

а) зависимость высоты ветровой волны на глубокой воде от скорости ветра (рис. 3) определяется следующим соотношением

$$h = a_h + b_h V^{c_h}, \quad (12)$$

где h — высота волны, м;

V — скорость ветра, м/с;

$a_h = 0,025024966$; $b_h = 0,050459099$; $c_h = 1,7069782$;

коэффициент регрессии — $r^2 = 0,99998$;

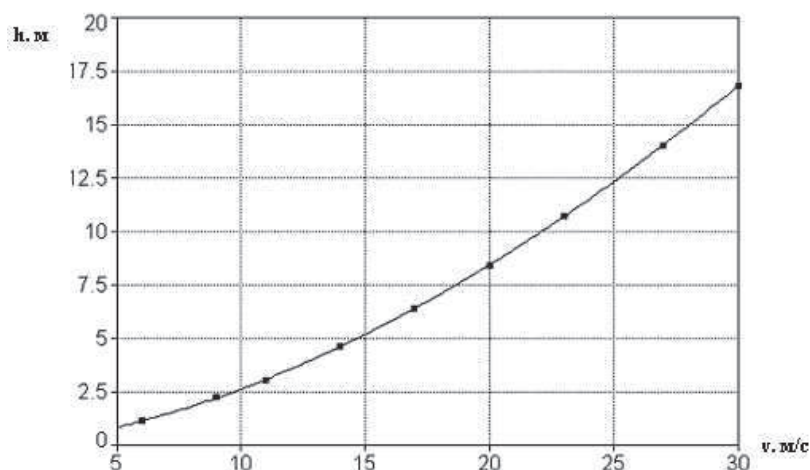


Рис. 3 – Зависимость высоты ветровой волны на глубокой воде от скорости ветра

б) зависимость длины ветровой волны от скорости ветра (рис. 4) может быть определена следующим соотношением

$$\lambda = a_\lambda + b_\lambda V^{c_\lambda}, \quad (13)$$

где λ — длина волны, м;

V — скорость ветра, м/с;

$a_\lambda = -0,28276687$; $b_\lambda = 0,36898769$; $c_\lambda = 2,0036748069782$;

коэффициент регрессии — $r^2 = 0,99999$;

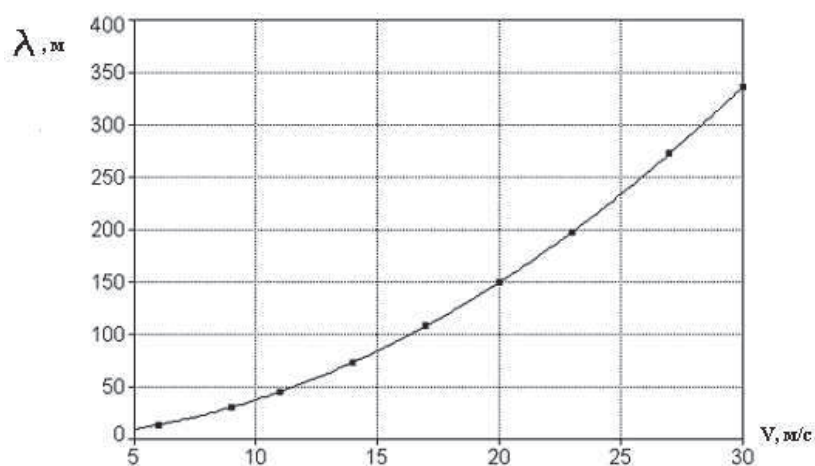


Рис. 4 – Зависимость длины ветровой волны от скорости ветра

в) зависимость периода колебаний от длины ветровой волны (рис. 5) определяется следующим образом

$$\tau = a_\tau + b_\tau \lambda^{c_\tau}, \quad (14)$$

где λ — длина волны, м;
 τ — период волны, 1/с;
 $a_\tau = -0,042945843$; $b_\tau = 0,829615$; $c_\tau = 0,49200944$;
 коэффициент регрессии — $r^2 = 0,99978$.

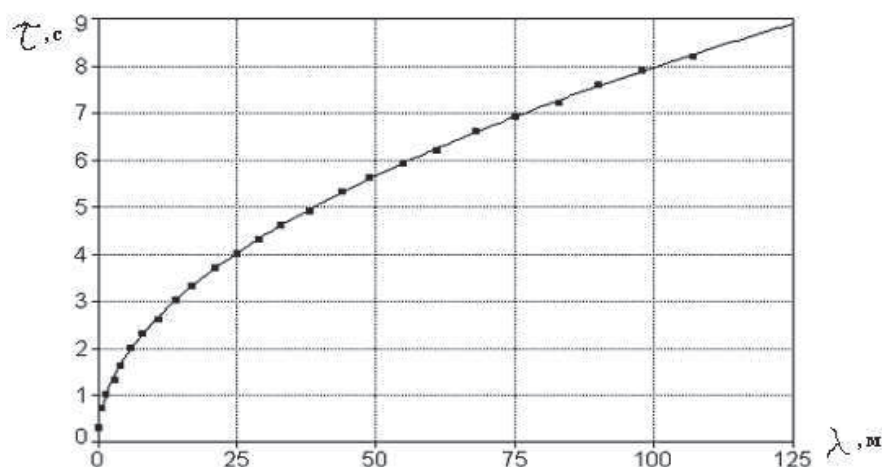


Рис. 5 – Зависимость периода колебаний от длины ветровой волны

При изменении скорости ветра от 1 м/с до 10 м/с для условий эксплуатации яхты «Архимед» [12] были получены значения параметров ветровой волны на глубоком море (табл. 1). По данным значениям параметров ветровой волны проводится расчет килевой качки и вертикальных колебаний яхты в зависимости от скорости ветра v , и скорости хода судна v_0 . Расчет амплитудных функций (10) проводится с использованием программ, разработанных в среде MATLAB. Значения амплитудных функций килевой качки ψ и вертикальной качки ζ приведены в табл. 2.

Статистическая обработка результатов, приведенных в табл. 2 по методу наименьших квадратов по величине амплитудной функции килевой качки, дает следующую зависимость

$$\psi = a_\psi + b_\psi v^{c_\psi}; \tag{15}$$

где v — скорость ветра, м/с;
 $a_\psi = 0,00230873$; $b_\psi = 0,0110393$; $c_\psi = 1,7725574$;
 коэффициент регрессии — $r^2 = 0,9970$.

График зависимости (15) представлен на рис. 6.

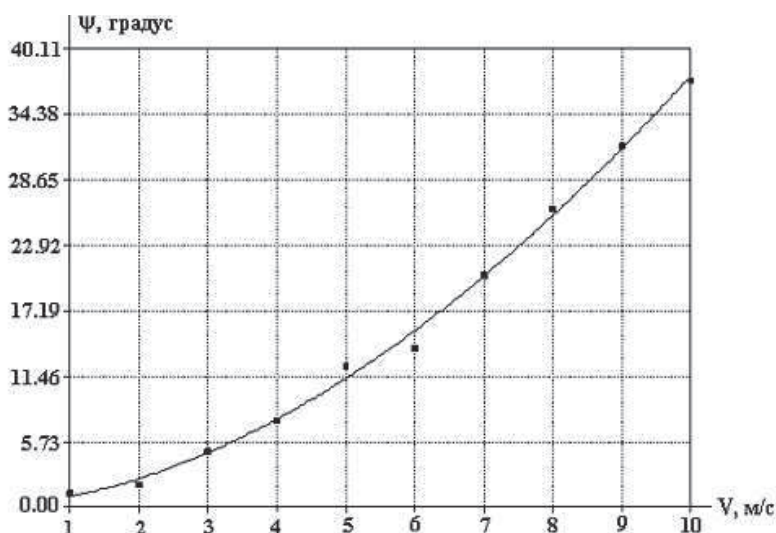


Рис. 6 – Зависимость амплитуды килевой качки от скорости ветра

Таблиця 1 – Расчетные параметры ветровой волны

Скорость ветра, м/с	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Высота волны, м	0,3007	0,4149	0,5794	0,788	1,0374	1,3248	1,6482	2,0061	2,3971	2,82
Длина волны, м	0,65175	1,76248	3,61709	6,21672	9,56218	13,6540	18,4929	24,0791	30,4130	37,4950
Крутизна волны	0,46	0,24	0,16	0,13	0,11	0,1	0,09	0,08	0,08	0,07
Период колебаний, с	0,6291	1,0535	1,5187	1,9956	2,4766	2,9592	3,4425	3,9258	4,4091	4,8921
Частота колебаний, 1/с	9,9874	5,9643	4,1371	3,1486	2,537	2,1232	1,8252	1,6005	1,4251	1,2844
Скорость волны, м/с	1,0360	1,6730	2,3816	3,1152	3,8670	4,6141	5,3720	6,1335	6,8978	7,6645

Таблиця 2 – Расчетные параметры вертикальной и килевой качки

Скорость ветра, м/с	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Высота волны, м	0,3007	0,4149	0,5794	0,788	1,0374	1,3248	1,6482	2,0061	2,3971	2,82
Частота колебаний, 1/с	9,9874	5,9643	4,1371	3,1486	2,537	2,1232	1,8252	1,6005	1,4251	1,2844
Амплитуда килевой качки, рад	0,018	0,032	0,08	0,13	0,212	0,240	0,351	0,453	0,550	0,650
Амплитуда вертикальных колебаний, м	0,008	0,01	0,036	0,1	0,15	0,199	0,315	0,395	0,474	0,569

Выводы

1. Условие $\alpha = -\Psi = 5^\circ$, при котором рабочие поверхности при пленочном течении хладагента в теплообменных элементах АХМ могут занимать горизонтальное положение соответствует скорости ветра < 3 м/с. При скоростях ветра, превышающих данное значение, использование, работа бытовых АХП в традиционном исполнении невозможна.

2. При больших возмущениях ветровых волн на малых судах (катерах, яхтах) следует применять специальные АХП, в которых предусмотрены элементы, предотвращающие неблагоприятное воздействие качки на гидродинамику потоков рабочего тела.

Литература

1. 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.
2. Титлов А.С. Современный уровень разработок и производства бытовых абсорбционных холодильных приборов [Текст] / А.С. Титлов // Холодильный бизнес. – 2007. – № 8. – С. 12–17; № 9. – С. 28–30; № 10. – С. 47–49; № 11. – С. 46–47.
3. Терехов А.А. Ремонт холодильников абсорбционного типа [Текст] : монография // А.А. Терехов. – М.: Легкая индустрия, 1973. – 70 с.
4. Сводные данные товаров народного потребления: Часть 1. Холодильники и морозильники бытовые электрические, термостаты бытовые [Текст] – М.: Министерство общего машиностроения СССР, 1990. – 102 с.
5. Бабакин Б.С. Бытовые холодильники и морозильники. (Справочник) [Текст] / Б.Бабакин, В. Выгодин. – 3-е изд., испр. и доп. – Рязань: Узоречье, 2005. – 860 с.
6. Декларацийний патент на корисну модель № 18462 Україна, МПК(2006) F 25 В 15/10. Холодильник для парусної яхти / О.С. Тітлов, Ю.О. Очеретяний, М.Д. Захаров, С.К. Чернишов (Україна). – № 200604524; заявл. 25.04.2006; опубл. 15.11.2006, Бюл. № 11.

7. Исаченко В.П. Теплопередача [Текст] / В.П. Исаченко, В.А. Осипова, А.С. Сукомел. – М.: Энергия, 1975. – 488 с.
8. Исаченко В.П. Теплообмен при конденсации [Текст] : монография / В.П. Исаченко. – М.: Энергия, 1977. – 240 с.
9. Семенов-Гян-Шанский В.В. Качка корабля [Текст] / В.В. Семенов-Гян-Шанский, С.Н. Благовещенский, А.Н. Холодилин. – Л.: Судостроение, 1969. – 392 с.
10. Благовещенский С.Н. Справочник по статике и динамике корабля. Динамика (качка) корабля [Текст] / С. Благовещенский, А. Холодилин. – Л.: Судостроение, 1976. – Том 2. – 176 с.
11. Справочник по управлению кораблем [Текст] / А.П. Броневицкий [и др.]; – М.: Военное издательство министерства обороны СССР, 1974. – 140 с.
12. Правила классификации и постройки малых судов. [Текст] / В.В. Севрюков, В.В. Бабий, А.А. Билокурц. – Киев: Официальное издание регистра судоходства Украины, 2004. – Т. 1. – 70 с.

УДК 621.575.932:621.565.92

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ТЕПЛОМАСООБМЕНА ГЕНЕРАТОРНЫХ УЗЛОВ АБСОРБЦИОННЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ АГРЕГАТОВ (АХА)

**Очеретяный Ю.А., Кирилов В.Х., д-р техн. наук, профессор
Одесский национальный морской университет, Одесса**

Титлов А.С., д-р техн. наук, доцент

Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

Представлены результаты моделирования процессов теплообмена при дефлегмации паровой смеси воды и аммиака в абсорбционном холодильном агрегате. Показано, что полученные результаты расчетов согласуются с экспериментальными данными.

The results of design of processes of heat exchange are presented at дефлегмации of steam mixture of water and ammonia in an absorption refrigeration aggregate. It is rotined that the got results of calculations comport with experimental information.

Ключевые слова: паровая смесь, конденсация, пленочное течение, абсорбционный холодильный агрегат

Генераторный узел АХА состоит из генератора-термосифона, дефлегматора и жидкостного теплообменника и является одним из важнейших элементов, определяющий энергетическую эффективность работы всего АХА [1]. Основной задачей его является подача пара холодильного агента (аммиака) в конденсатор с одновременной его очисткой, которая происходит в дефлегматоре.

Цель данного исследования заключается в создании методики математического моделирования процессов дефлегмации паровой водоаммиачной смеси (полной конденсации пара воды и частично пара аммиака) на внутренней поверхности подъемного канала дефлегматора. При этом предполагается известным распределение температуры стенки вертикального канала дефлегматора и температура и концентрация пароаммиачной смеси на входе в дефлегматор.

Дефлегматор представляет собой подъемный канал (круглого сечения) частично теплоизолирован, а остальная часть канала охлаждается окружающим воздухом (рис. 1). В верхней части дефлегматора происходит конденсация паров воды и частично паров аммиака с образованием флегмы (слабый раствор аммиака в воде), которая в виде пленки стекает вниз по внутренней поверхности канала в сборник слабого раствора генератора.

На выходе из дефлегматора необходимо обеспечить концентрацию хладагента (аммиака) $\xi_{\text{NH}_3} = 1$ или парциальное давление насыщения p_{NH_3} .

Исходные данные для моделирования: L — длина дефлегматора ($L = 0,18$ м); O — начало координат оси x (x направлена вертикально вниз); $L_{\text{из}}$ — высота термоизоляции ($L_{\text{из}} = 0,11$ м); мощность теплового источника $Q = 75$ Вт; диаметр трубы дефлегматора $\varnothing 0,011$ м; температура окружающей среды $t_{\text{OC}} = 22$ °С.

Экспериментальные данные по температуре стенки дефлегматора в зависимости от высоты h представлены в виде

$$T_{\text{cm}} = T(h).$$