

УДК 621.565.943

А.А. Симдянкин, А.В. Назаренко

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО НАПОРА В ВОЗДУШНЫХ КОНДЕНСАТОРАХ НА ПАРАМЕТРЫ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК

Исследуется влияние температурного напора в воздушных конденсаторах на параметры холодильной установки. Впервые выведены математические уравнения зависимости нагрузки на конденсатор и коэффициента теплоотдачи от температурного напора.

Ключевые слова: нагрузка на конденсатор, коэффициент теплопередачи, температурный напор, индикаторная мощность.

A.A. Simdiankin, A.V. Nazarenko

STUDY OF THE EFFECT OF CHANGING THE TEMPERATURE CHARGE IN AIR CAPACITORS ON THE PARAMETERS OF THE REFRIGERATING INSTALLATION

In this paper, we study the effect of temperature pressure in air condensers on the parameters of the refrigeration unit. For the first time, mathematical equations for the dependence of the load on the condenser and the heat transfer coefficient on the temperature head were derived.

Key words: capacitor load, heat transfer coefficient, temperature pressure, indicator power.

Введение

Наиболее важным в эксплуатации холодильной установки является поддержание оптимальных режимов работы. При оптимальном режиме работы обеспечивается долговечность машин и аппаратов, безопасность работы всей холодильной установки и минимальные затраты на эксплуатацию [1].

Наиболее экономичен режим работы установки, когда температура кипения максимально высокая, а температура конденсации – низкая. В теплообменных аппаратах и охлаждаемых помещениях для обеспечения нормального теплообмена между средами сохраняется определенная разность температур или температурный напор. Величина температурного напора зависит от соответствия производительности компрессоров и поверхности теплопередачи аппаратов тепловой нагрузке на испарительную систему, а также от различного рода неполадок в работе установки [2, 3]

Правильный выбор величины температурного напора позволяет увеличить ресурс работы компрессора, снизить энергопотребление, уменьшить срок окупаемости холодильной машины [2, 3]. Целью данной работы является исследование получения математических зависимостей влияния изменения величины температурного напора на параметры холодильной установки.

Методы исследования

Испытания производились на холодильной установке AME-L-3x2EC2 на базе 3 полугерметичных поршневых компрессоров фирмы Bitzer 2EC-22-40S, смонтированной на единой раме [4]. В состав установки также входит воздухоохладитель марки BLE401C7-S4P холодо-

производительностью $Q_0 = 4,22$ кВт, $F_{в0} = 34,3$ м²; конденсатор воздушного охлаждения марки АСЕ51С2 с поверхностью теплообмена $F_{кд} = 41$ м².

Сравнительные расчеты параметров холодильного цикла для R22 проведены по формулам. Удельная массовая холодопроизводительность, кДж/кг:

$$q_0 = i_1 - i_4, \quad (1)$$

где i_1 – энтальпия в конце процесса кипения, кДж/кг; i_4 – энтальпия в начале процесса кипения, кДж/кг.

Масса циркулирующего хладагента, кг/с

$$M_a = \frac{Q_0}{q_0}. \quad (2)$$

Адиабатная мощность компрессора, затрачиваемая на сжатие холодильного агента, кВт

$$N_a = M(i_2 - i_1), \quad (3)$$

где i_2 – энтальпия в конце сжатия паров холодильного агента, кДж/кг; i_1 – энтальпия в начале сжатия паров холодильного агента, кДж/кг.

Индикаторная мощность, кВт

$$N_i = N_a / \eta_i. \quad (4)$$

Нагрузка на конденсатор, кВт

$$Q_k = Q_0 + N_i. \quad (5)$$

Коэффициент теплопередачи, Вт/(м²·К)

$$\kappa = \frac{Q_0}{F_{кд} \cdot \Delta t}, \quad (6)$$

где Δt – величина температурного напора, К.

Для статистической обработки экспериментальных данных и построения графиков с выводом формул использовали стандартный пакет программ MicrosoftOffice 2007, Curve Expert 1.4.

Результаты исследования и их обсуждение

Построим цикл холодильной машины в диаграмме i -lgP для R22. Используя уравнения (1–4), рассчитаем параметры холодильной установки при различных температурных напорах. Получившиеся данные сведем в таблицу.

Параметры холодильного цикла при разных температурных напорах Parameters of the refrigeration cycle at different temperatures

Температура наружного воздуха, °С	Температура конденсации, °С	Температурный напор, °С	Удельная массовая холодопроизводительность, кДж/кг	Масса циркулирующего хладагента, кг/с	Индикаторная мощность, кВт
18	25	7	170	0,024	1,28
	30	12	165	0,0249	1,5
	35	17	155	0,026	1,8
	40	22	150	0,027	2,04
	45	27	145	0,028	2,17

Анализируя данные в таблице, видим, что с увеличением температурного напора в воздушном конденсаторе происходит снижение удельной массовой холодопроизводительности, увеличение массы циркулирующего холодильного агента, повышение потребляемой мощности. С повышением температурного напора на 20 °С удельная массовая холодопроизводительность снижается на 14,7 %, это связано с тем, что при увеличении температурного напора повышается давление конденсации, что влечет за собой большие потери при дросселировании. Снижение удельной массовой холодопроизводительности приводит к увеличению массы циркулирующего хладагента на 16,7 %. Повышение температуры конденсации влечет за собой повышение температуры нагнетания, в связи с чем индикаторная мощность увеличивается на 69,5 %.

Используя формулу (5), рассчитаем нагрузку на конденсатор, используя полученные данные, построим график на рис. 1.

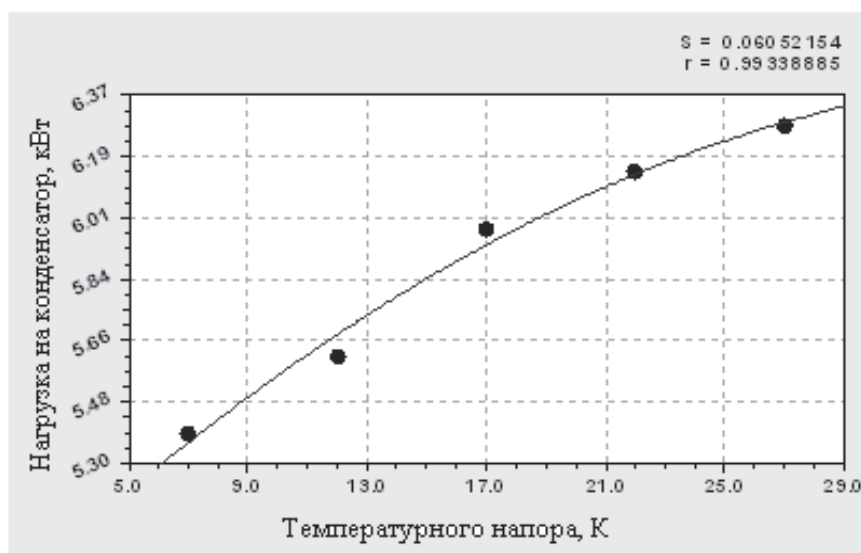


Рис. 1. Влияние изменения температурного напора на нагрузку на конденсатор
Fig. 1. The effect of temperature change on the load on the condenser

Анализируя график на рис. 1, мы видим, что увеличение температурного напора приводит к повышению нагрузки на конденсатор. При увеличении температурного напора на 20 К нагрузка увеличивается на 16,5 %.

Используя программу CurveExpert 1.4, получим формулу, описывающую зависимость нагрузки на конденсатор от температурного напора:

$$Q_k = 4,8337 + 0,0833\Delta t - 0,001086\Delta t^2 . \quad (7)$$

Формула (7) позволяет определить нагрузку на конденсатор для установки АМЕ-L-3x2EC2 и ее аналогов при изменении температурного напора от 7 до 27 К с коэффициентом корреляции 0,993.

Используя формулу (6), рассчитаем коэффициент теплопередачи, используя полученные данные, построим график на рис. 2.

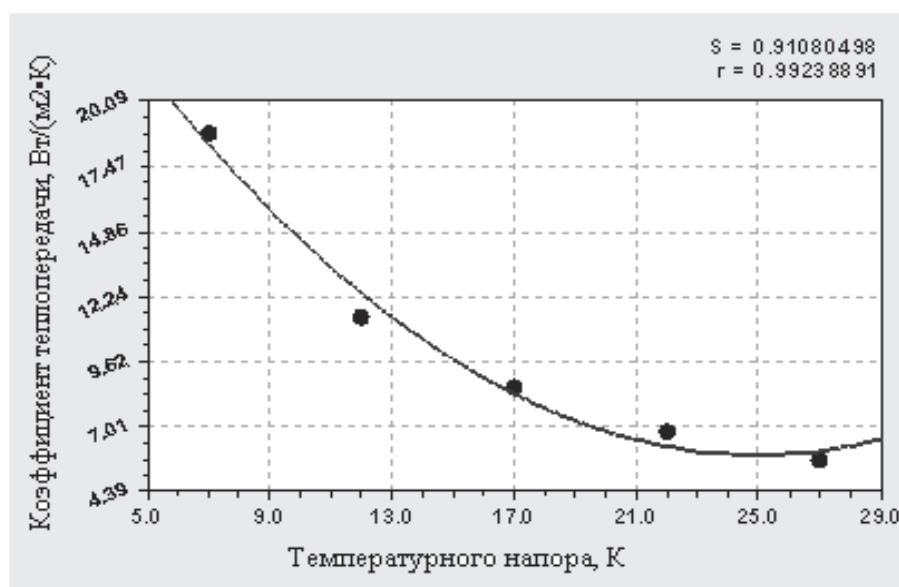


Рис. 2. Влияние изменения температурного напора на коэффициент теплопередачи
Fig. 2. The effect of changes in temperature pressure on the heat transfer coefficient

Анализируя график на рис. 2, мы видим, что увеличение температурного напора приводит к снижению коэффициента теплопередачи. При увеличении температурного напора на 20 К коэффициент теплопередачи снижается на 69,6 %.

Используя программу CurveExpert 1.4, получим формулу, описывающую зависимость коэффициента теплопередачи от температурного напора:

$$\kappa = 29,9739 - 1,9324\Delta t + 0,038728\Delta t^2 . \quad (8)$$

Формула (8) позволяет рассчитать коэффициент теплопередачи конденсатора для установки АМЕ-L-3x2EC2 и ее аналогов при изменении температурного напора от 7 до 27 К с коэффициентом корреляции 0,992.

Выводы

Таким образом, в ходе исследования рассмотрено влияние изменения температурного напора в воздушном конденсаторе на параметры холодильной установки АМЕ-L-3x2EC2.

Выведены математические уравнения зависимостей нагрузки на конденсатор и коэффициента теплопередачи от температурного напора.

Исследование показывает, что следует стремиться к минимальным значениям температурного напора в конденсаторе для экономии электроэнергии и увеличения холодопроизводительности холодильной машины.

Список литературы

1. Крайнев А.А., Сериков С.А. Оптимизация режимов работы холодильной установки с аккумулятором естественного холода с использованием метода термoeкономического анализа // Вестн. Междунар. академии холода. 2014. № 1. С. 55–58.

2. Шишов В.В. Рекомендации по температурным напорам // Холодильная техника. 2014. № 9. С. 41–43.

3. Шишов В.В., Талызин М.С. Температурный напор в конденсаторах с воздушным охлаждением // Холодильная техника. 2014. № 9. С. 35–37.

4. Богданов В.Д., Симдянкин А.А., Назаренко А.В. Исследование процесса замораживания дальневосточного трепанга при его криообработке // Вестн. Астраханского гос. техн. ун-та. Сер. Рыб. хоз-во. 2016. № 2. С. 130–135.

Сведения об авторах: Симдянкин Андрей Андреевич, старший преподаватель, e-mail: And-sim@mail.ru;

Назаренко Антон Валерьевич, старший преподаватель, e-mail: NazAnton@yandex.ru.