



Типовой 5-этажный жилой дом в Каире

УДК 621.578

Выбор оптимальных параметров системы теплоснабжения жилого дома

ЭЛЬ САДИК ХАСАН
МГУИЭ

Теплоснабжение с использованием тепловых насосов как альтернатива прямому сжиганию органического топлива или электроотоплению, получает все большее распространение в мире, являясь основным средством экономии невозобновляемых источников энергии. Кондиционирование воздуха, создавая комфортные условия в странах с умеренным климатом, постепенно становится жизненно необходимой частью быта в жарких странах.

В последние годы пристальное внимание обращено на комбинированные системы теплоснабжения (СТХС), способные выполнять функции как холодильной машины (ХМ), так и теплового насоса (ТН). Важной особенностью применения СТХС в странах с жарким климатом является возможность использования в качестве источника низкопотенциальной теплоты (ИНТ) для ее работы в режиме ТН окружающего воздуха, температура которого не опускается ниже 0°С. Поэтому здесь можно использовать обратимые СТХС (лето – зима), включающие также и круглогодичное горячее водоснабжение (ГВС).

В настоящей работе рассматриваются вопросы, связанные с расчетом СТХС для типового жилого дома в столице Египта Каире. В качестве критерия энергетической эффективности таких многоцелевых систем принят эксергетический КПД. Экономическая эффективность системы оценивается по стоимости выработанной энергии с учетом термодинамической ценности потоков теплоты, имеющих различный температурный потенциал [3].

Сегодня в Каире комфортные условия, как правило,

Таблица 1

Динамика среднемесячных температур воздуха на широте Каира

Месяц	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Дневная температура, °С	21	22	24	27	30	32	33	33	31	29	26	23
Ночная температура, °С	8	9	11	14	17	20	21	22	20	18	14	10

An example of the calculation of combined system of heat and refrigeration supply for an apartment house under the conditions of hot climate (Cairo, Egypt) is given. The components of the reversible vapor-compression machine suggested for this purpose were selected according to the results of the calculation of energy and economic efficiency of the machine. Energy optimization was carried out by means of comparison of the exergy efficiencies of different thermodynamic cycles on several refrigerants. With the economic optimization, dimensionless costs were compared for the case of different completeness of the machine. The results of the optimization calculations are given.

обеспечиваются только в элитных домах дорогостоящими и энергетически неэффективными средствами (автономные кондиционеры, электрообогрев, электробойлеры и др.). Использование рационально спроектированных относительно дешевых и экономичных

Таблица 2

Исходные данные для расчета СТХС

Исходные условия	Летний период (апрель—ноябрь)	Зимний период (декабрь—март)
Среднесуточная температура атмосферного воздуха, °С (К)	24 (297)	16 (289)
Максимальная дневная температура атмосферного воздуха, °С	33	24
Минимальная ночная температура атмосферного воздуха, °С	14	8
Средняя температура воды, °С	27	22
Температура воздуха в помещении, °С	24	21
Температура хладоносителя, °С: на входе в МТХС на выходе из МТХС	20 8	— —
Температура теплоносителя, °С: на входе в МТХС на выходе из МТХС	— —	30 40
Температура воды ГВС, °С: на входе в МТХС на выходе из МТХС	27 55	22 60
Холодопроизводительность, кВт: максимальная минимальная средняя за период	120 25 72,5	— — —
Теплопроизводительность, кВт: максимальная минимальная средняя за период	— — —	70 15 42,5
Тепловая мощность ГВС, кВт	12	15

На основании анализа систематизированных данных по дневной и ночной температу-



Рис. 1. Расчетная диаграмма годового тепло-холодотребления жилого дома

Для предлагаемой схемы МТХС было проведено расчетное исследование энергетических характеристик и экономических показателей при работе на четырех рабочих веществах: моновеществах (R22 и R134a) и смешевых хладагентах (R404A и R407C). Рабочие вещества выбраны из числа хладагентов среднего давления с уче-

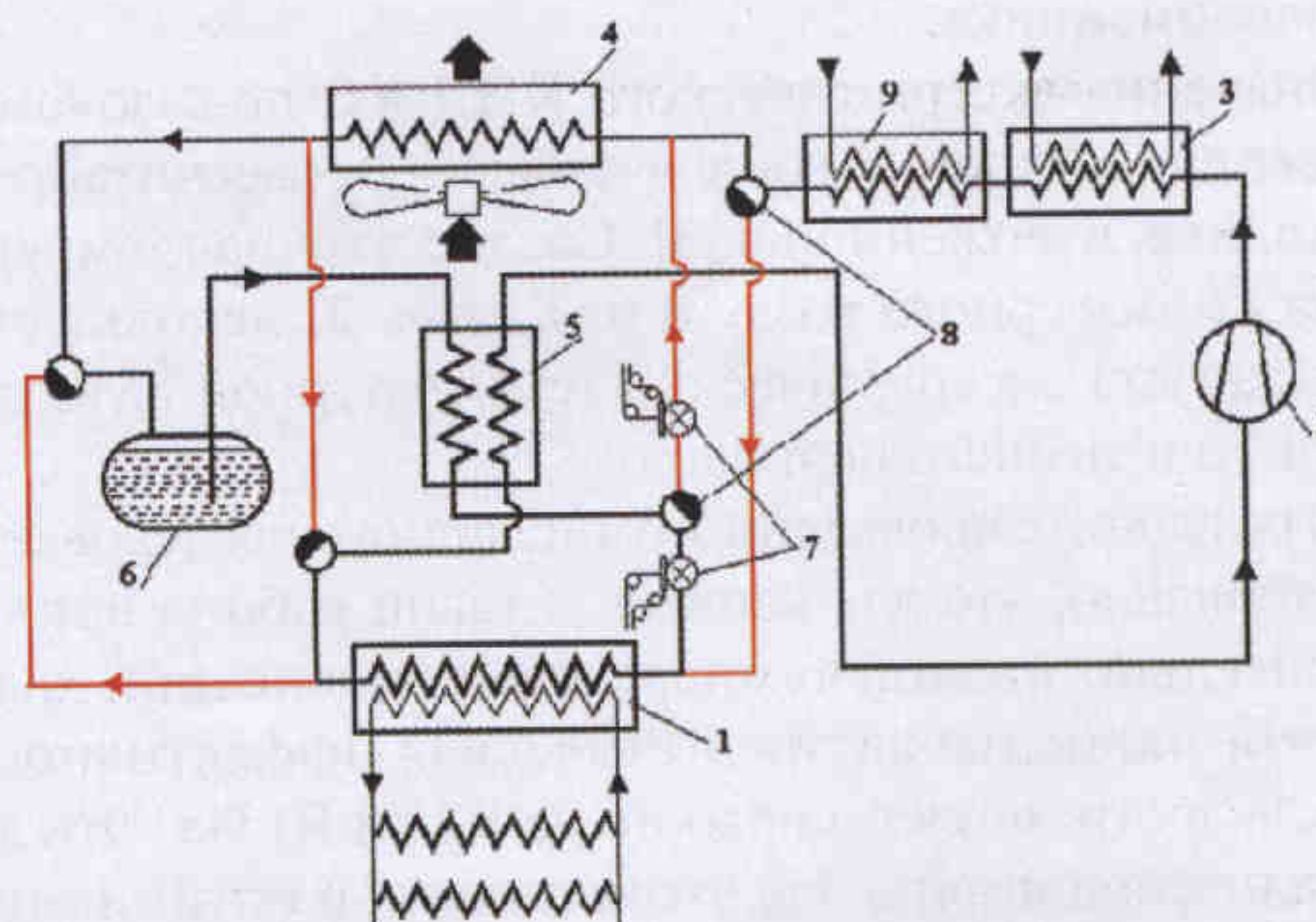
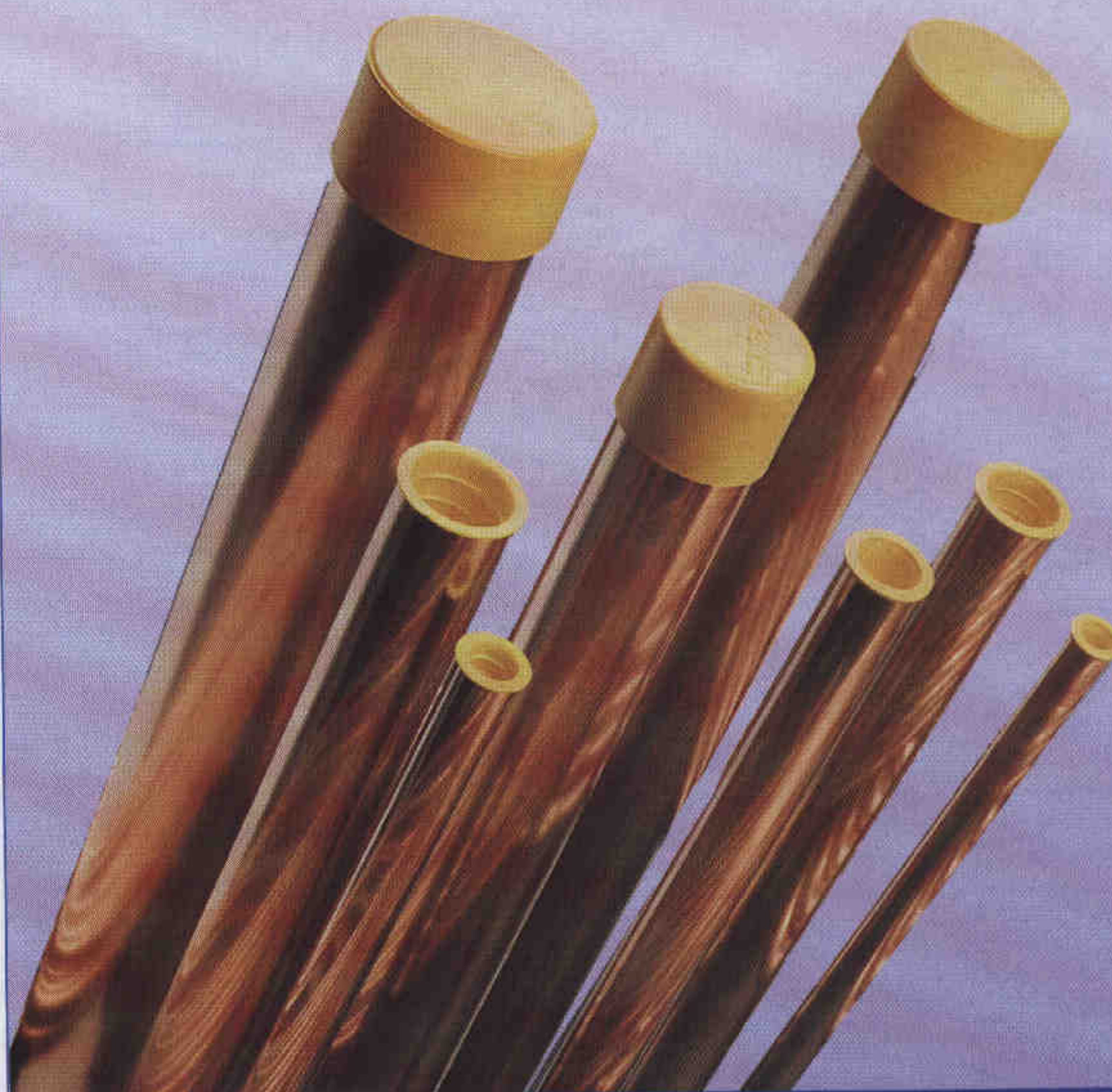


Рис. 2. Принципиальная тепловая схема обратимой МТХС:
1 – теплообменник рабочее вещество – теплоноситель (сетевая вода), работающий как испаритель в летний период и как конденсатор в зимний; 2 – одноступенчатый компрессор; 3 – теплообменник рабочее вещество – вода для ГВС; 4 – теплообменник рабочее вещество – воздух, работающий как воздушный конденсатор в летний период и как испаритель в зимний; 5 – регенеративный теплообменник; 6 – ресивер; 7 – регулирующая арматура; 8 – запорная арматура; 9 – дополнительный теплообменник – подогреватель технической воды

FRIGOTEC®

МЕДНЫЕ ТРУБЫ ДЛЯ ХОЛОДИЛЬНОЙ ТЕХНИКИ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ



FRIGOTEC®, бесшовные медные трубы в основном применяются для подвода технических газов в холодильных установках, кондиционерах и теплообменниках. Отличительной особенностью этих труб является чистая и сухая внутренняя поверхность.

Трубы в бухтах и в отрезках **FRIGOTEC®** соответствуют требованиям EN 12735-1, предъявляемым к медным трубам.

Wieland - Group

buntmetall

ПРЕДСТАВИТЕЛЬСТВО в СНГ

Беларусь, 220036, Минск, а.я. 54

Тел. +375 17 2891432

Факс +375 17 2065598

E-mail: dkovrigo@solo.by

<http://www.buntmetall.at>

$$Z_{\text{ОМТХС}} = \left(\frac{1}{\eta_3 \varepsilon_e} + j_{\text{КМ}} \frac{1}{Q} \frac{P \xi_{\text{КМ}}}{t \xi_3} + j_{\text{К}} \frac{(Q_{\text{К}}/Q_0) P \xi_{\text{К}}}{\theta_{\text{К}} k_{\text{К}} t \xi_3} + \right. \\ \left. + j_{\text{И}} \frac{1}{\theta_{\text{И}} k_{\text{И}} t \xi_3} + j_{\text{В.Т}} \frac{\omega_{\text{В.Т}} \xi_{\text{В.Т}}}{q_0 t \xi_3} \right) \bar{E}, \quad (2)$$

где: $j = Y/F$, кг/м²;

$\omega_{\text{В.Т}} = F_{\text{В.Т}}/G_I$, (м²·с)/кг;

Y — масса, кг;

F — площадь теплообменной поверхности, м²;

G_I — массовый расход хладагента, кг/с;

$Q_{\text{К}}$ — тепловая нагрузка конденсатора, кВт;

ξ — удельная стоимость, долл./кг

θ — температурный напор, °С;

k — коэффициент теплопередачи, кВт/(м²·К);

q_0 — удельная холодопроизводительность, кДж/кг.

Индексы: и — испаритель; к — конденсатор; в.т. — вспомогательный теплообменный аппарат.

По результатам экономической оптимизации МТХС (табл. 6) выбран испаритель-конденсатор кожухотрубного типа.

В результате проведенных оптимизационных расчетов выбрано основное и вспомогательное оборудование в соответствии со схемой (см. рис. 3). С помощью программы «HolCon» [3] рассчитаны внешние характеристики МТХС (тепло- и холодопроизводительность, сумма эксергий и эксергетический КПД) для летнего и зимнего режимов работы при изменении температур теплоносителей и температуры окружающей среды.

Эти характеристики позволяют определить параметры работы МТХС при температурных условиях, отличных от указанных в табл. 2.

Разработанная методика и программа «HolCon» [3] позволяют проводить оптимизацию и расчет характеристик СТХС (ХМ, ТН) парокомпрессионного типа для работы в любых температурных условиях с различным составом оборудования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Быков А.В., Калнинь И.М., Крузе А.С. Холодильные машины и тепловые насосы. — М.: Агропромиздат, 1988.

2. Калнинь И.М., Фадеков К.Н. Эффективность альтернативных хладагентов // Холодильная техника. 1999. №4.

3. Калнинь И.М., Эль Садик Хасан, Сиденков Д.В. Комплекс программ «HolCon» для расчета характеристик и оптимизации параметров систем теплохолодоснабжения // Холодильная техника. 2003. № 3.

4. Эль Садик Хасан, Калнинь И.М., Сиденков Д.В. Применение теплонасосной установки в системе теплохолодоснабжения жилого дома в Каире. // Тезисы докладов 9-й Международной научно-технической конференции студентов и аспирантов 4.03-5.03. 2003 г., М.: МЭИ. Т. 3.

5. Ostler D.W. BTU Analysis (ver. 3.4.0). Enhanced Tree Software. 1995.

6. UNEP. Montreal protocol on substances that delete the ozone layer. As adjusted and amended by the second meeting of the parties: London. 1990.