

ции топлива, при этом средняя скорость испарения топливного слоя на стенке растёт по закону парабола, топливо попадающее в пристеночные зоны быстро испаряется и частично окисляется, но не может выгореть полностью из-за недостаточной концентрации кислорода. Выгорание топлива в пристеночных зонах неполное и происходит по мере диффузии кислорода, наблюдается заметное затягивание процесса сгорания. Максимальная скорость нарастания давления уменьшилась на 25%.

#### Выводы

Расчётный анализ результатов экспериментальных исследований свидетельствует, что причиной ухудшения показателей дизеля при значительном повышении температуры стенок КС является резкое снижение коэффициента избытка воздуха в пристеночных зонах сгорания. Снижение фактического избытка кислорода в пристеночных зонах горения приводит к существенному увеличению массовой скорости выхода продуктов неполного сгорания. Формула (6) позволяет оценить влияние на полноту сгорания топлива: распределения топ-

лива по зонам равновесного испарения; температуры стенок КС; концентрационной неоднородности заряда и относительной скорости сгорания.

#### Список литературы:

1. Двигуни внутрішнього згорання. Т.1. Розробка конструкцій форсованих двигунів наземних транспортних машин / Марченко А.П., Рязанцев М.К., Шеховцов А.Ф. За ред. А.П. Марченка, А.Ф. Шеховцова. – Харків, Прапор, 2004. – 384 с.
2. Васильев И.П. Влияние топлив растительного происхождения на экологические и экономические показатели дизеля / И.П. Васильев. — Луганск, 2009. - 240 с.
3. Процессы в перспективных дизелях / Под редакцией А.Ф. Шеховцова. – Х.: Изд-во «Основа» при Харьк. ун-те, 1992.-352 с.
4. Семенов Б.Н. Рабочий процесс высокооборотных дизелей малой мощности / Б.Н. Семенов, Е.П. Павлов, В.П. Концев. – Л.: Машиностроение, 1990. – 240 с.
5. Temple-Pediani R. Fuel drop vaporization under pressure on a hot surface // Proc. Inst. Mech. Eng. - Part 1.- 1969-1970. - №38. – P. 33-41.
6. Гершман И.И. Исследование развития и испарения топливной пленки / И.И. Гершман, О.К. Пик // Труды НАМИ. – 1965, вып. 75.
7. Разлейцев Н.Ф. Моделирование и оптимизация процесса сгорания в дизелях / Н.Ф. Разлейцев. – Харьков: Вища школа. Изд-во при Харьк. ун-те, 1980. – 168 с.

УДК 662.997

*Н.А. Крестлинг, канд. техн. наук, В.В. Попов, инж.*

## ПРИМЕНЕНИЕ ТЕПЛОНАСОСНЫХ УСТАНОВОК НА МОРСКИХ СУДАХ

#### Введение

Более эффективное и полное использование вторичных энергоресурсов (ВЭР) на судах морского флота возможно с помощью теплонасосных установок (ТНУ) повышающих потенциал теплоносителя. В данном случае повышение температуры теплоносителя происходит за счёт охлаждения низкотемпературных энергоносителей или источников теплоты судовых энергетических установок. При этом происходит перенос энергии от тела с более низкой температурой к телу с более высокой температурой в обратных круговых процессах.

В этом плане ТНУ аналогичны холодильным машинам, но отличаются от них целевым назначением, а циклы этих установок отличаются положением интервала температур. В частности, холодильные машины позволяют получить искусственное охлаждение, тепловые насосы - нагрев.

#### Формулирование проблемы

Выбор оптимальной системы тепло- и хладоснабжения на базе ТНУ должны предусматривать комплексный системный анализ, который включает

рассмотрение рациональных схем энергоснабжения, экономическое использование топливно-энергетических ресурсов, охрану окружающей среды, вовлечение нетрадиционных возобновляемых источников энергии и вторичных энергоресурсов в общий топливно-энергетический комплекс и др.

#### Решение проблемы

Принципиальная технологическая схема комплексного применения теплонасосной установки (ТНУ) для теплоснабжения и хладоснабжения показана на рис. 1.

Рассол, охлажденный до  $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$  в испарителе ТНУ, направляется в воздухоохладители. Вода в конденсаторе, воспринимая тепло от конденсирующего хладагента R12 нагревается до  $40\text{--}45\text{ }^{\circ}\text{C}$ , циркулирует в воздухонагревателе, повышает до  $35\text{--}40\text{ }^{\circ}\text{C}$  температуру воздуха, который используется для обогрева помещений.

Эффективность схемы определена эксергетическим КПД, который для рабочего режима составляет  $0,63 \div 0,67$ .

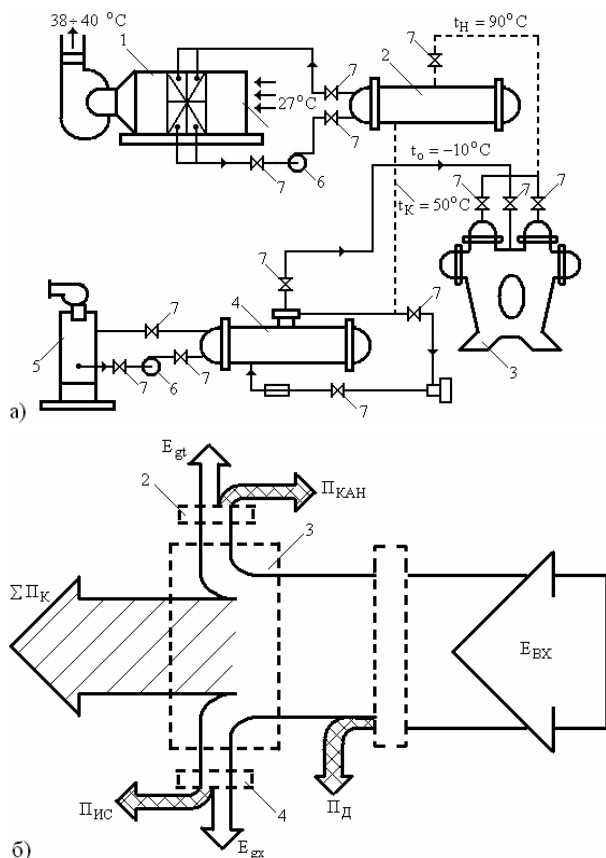


Рис. 1. Комплексное тепло- и хладоснабжение от ТНУ

- а) – технологическая схема;  
 б) – эксергетический баланс;  
 1 – воздухонагреватели; 2 – конденсатор; 3 – компрессор; 4 – испаритель; 5 – воздухоохладитель; 6 – насос; 7 – клапан

Действительная теплопроизводительность  $Q_T$  и холодопроизводительность  $Q_O$  ТНУ в зависимости от температуры конденсации при различных температурах кипения хладагента R12, которая хорошо согласуется с расчетной, показаны на рис. 2.

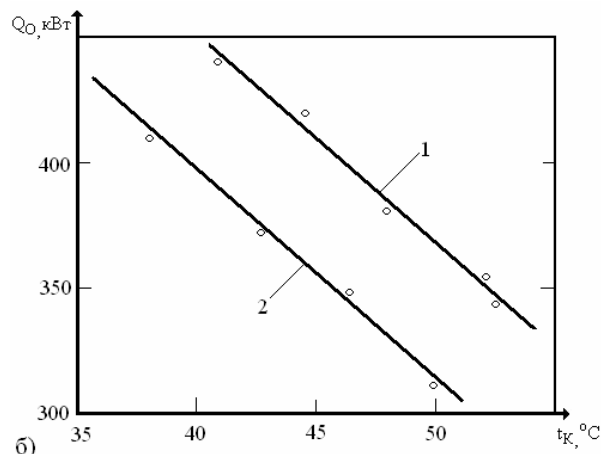
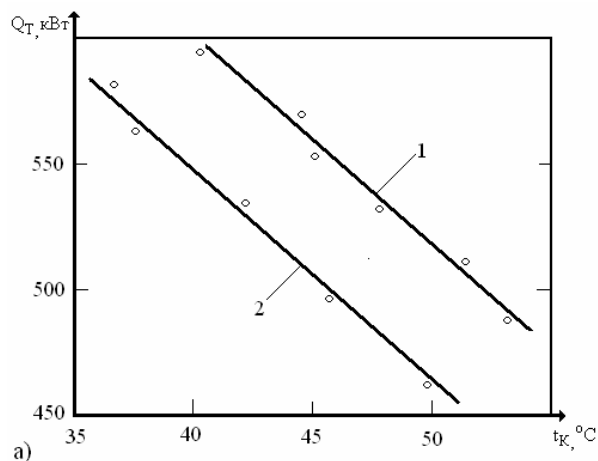


Рис. 2. Действительная теплопроизводительность (а) и холодопроизводительность (б) ТНУ в зависимости от температур конденсации при различных температурах кипения хладагента R12

1, 2 –  $t_0 = 0^\circ\text{C}; -10^\circ\text{C}$

По данным результатам построены графики коэффициента комплексной эффективности  $K_c$  показанные на рис. 3.

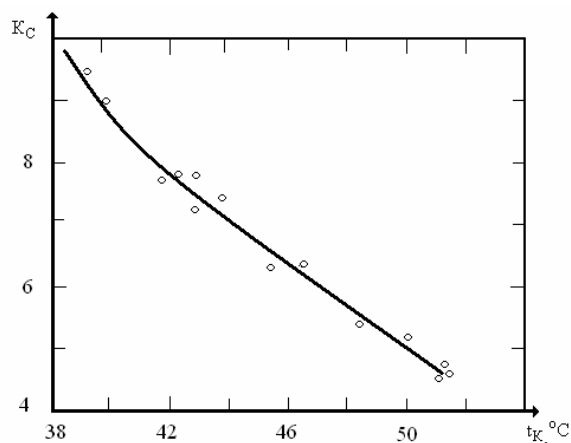


Рис. 3. Зависимость коэффициента комплексной эффективности  $K_c$  от температуры конденсации  $t_K$

Принципиальная технологическая схема комплексной ТНУ для тепло- и хладоснабжения технологически комфортной системы кондиционирования воздуха (СКВ) и эксергетический баланс этой установки показаны на рис. 4.

Зависимость теплопроизводительности ТНУ  $Q_T$  от температуры выходящей из конденсатора воды при различных температурах смеси  $t_{WK}$  после регулирующего вентиля показана на рис.5.б

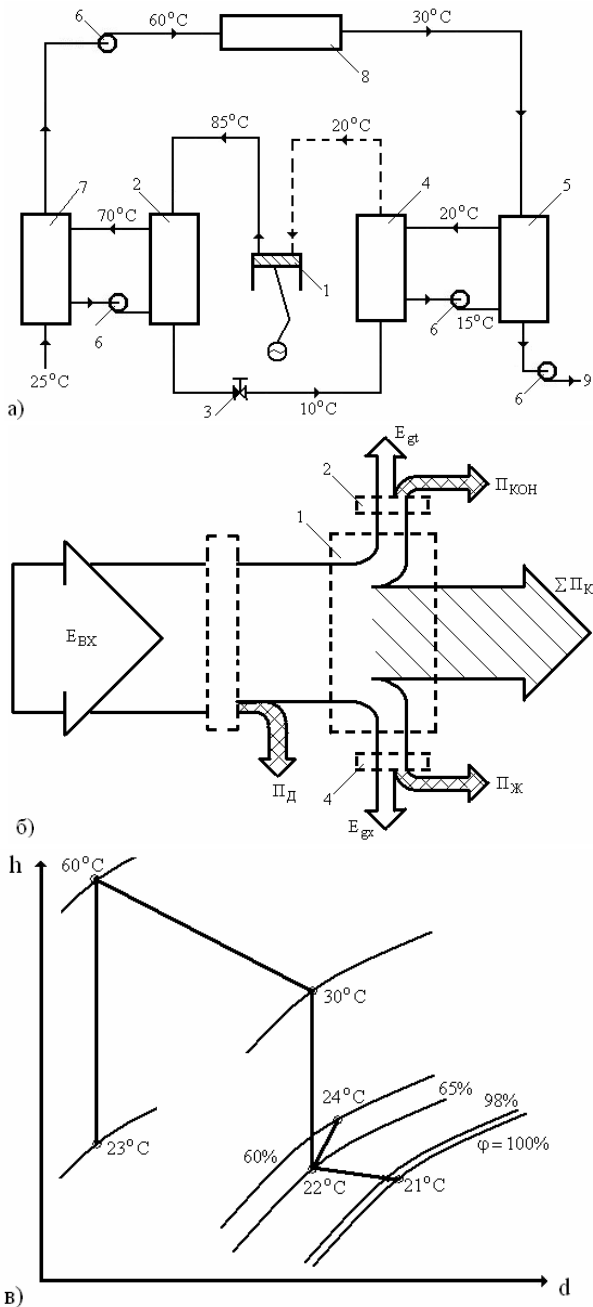


Рис. 4. Комплексное тепло- и хладоснабжение технологически комфортных СКВ на базе ТНУ:

а) технологическая схема; б) эксергетический баланс; в) процесс в  $h-d$  диаграмме;

1 – компрессор; 2 – конденсатор; 3 – регулирующий вентиль; 4 – испаритель; 5 – воздухоохладитель; 6 – вентилятор СКВ; 7 – воздушнонагреватель; 8 – технологическое помещение; 9 – на технологически комфортное СКВ

Для сравнения на рисунке приведены зависимости теплопроизводительности ТНУ при работе на чистых хладагентах R12 и R142. Из графиков видно, что производительность ТНУ, работающей на указанной смеси, выше, чем при работе на чис-

том хладагенте R142, и ниже, чем при работе на чистом R12.

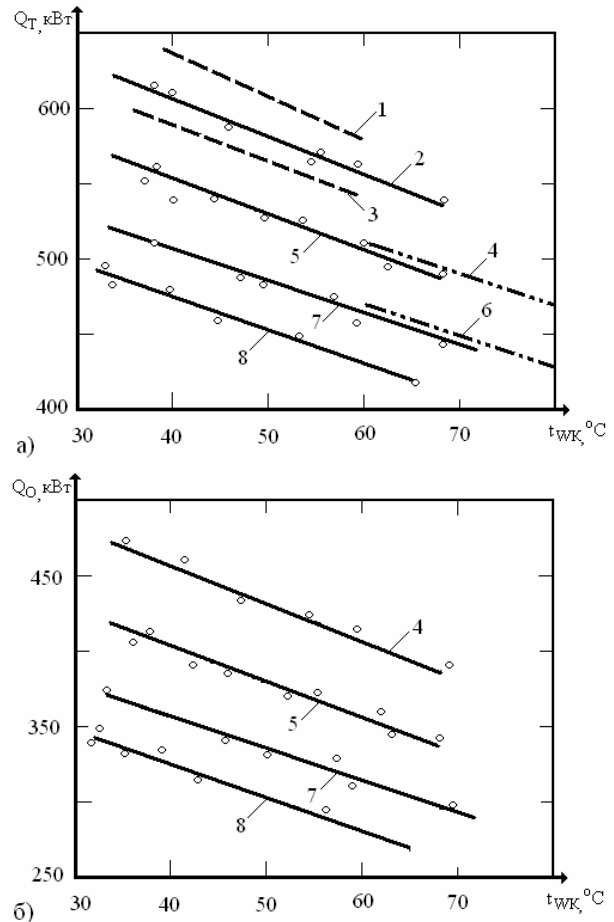


Рис. 5. Зависимость теплопроизводительности (а) и холодопроизводительности (б) ТНУ от температуры нагретой воды при различных температурах кипения

$$1 - 8 - t_{PB} = 10^{\circ}\text{C}; 10; 5; 5; -5; 0 - 5$$

— - смесь R12 с R142B; - - - - R12; - · - · - R142B

Зависимость холодопроизводительности ТНУ  $Q_0$  от температуры выходящей из конденсатора воды и зависимость действительного комплексного коэффициента преобразования  $K_C$  от температуры воды на выходе из конденсатора  $t_{WK}$ , показаны на рис. 5б и рис. 6.

Получена зависимость коэффициента подачи  $\lambda$  исследуемого компрессора от отношения давлений  $P_K / P_0$  и приведена зависимость индикаторного КПД компрессора  $\eta_i$  от отношения давления нагнетания  $P_K$  к давлению всасывания  $P_0$  показано на рис. 7.

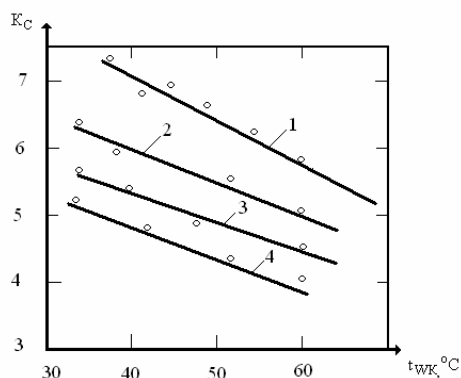


Рис. 6. Зависимость комплексного коэффициента преобразования от температуры нагретой воды  $t_{WK}$  при различных температурах смеси после регулирующего вентиля  $t_{PB}$   
 1 – 4 –  $t_{PB} = 10^{\circ}C$ ; 5; 0; - 5

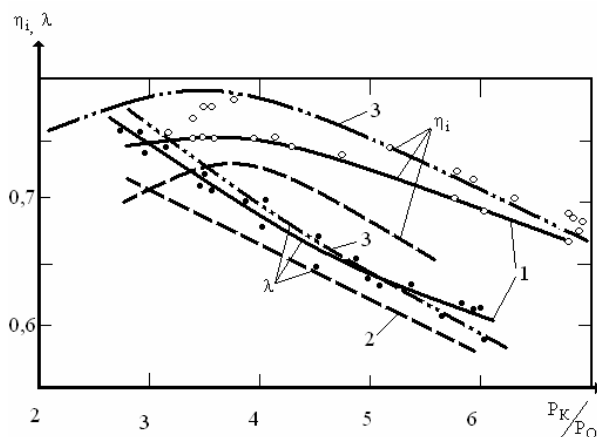


Рис. 7. Зависимость коэффициента подачи  $\lambda$  и индикаторного КПД  $\eta_i$  ТНУ от отношения давлений  $P_K / P_O$ :  
 1 – смесь; 2 – хладагент R12; 3 – хладагент R142B

Сравнение зависимостей  $\lambda$  и  $\eta_i$  при работе ТНУ на смеси и на чистых хладагентах R12 и R142 показало, что при работе ТНУ на смеси индикаторный КПД  $\eta_i$  получился достаточно высоким. Однако он на 0,5 ÷ 3 % ниже, чем при работе на чистом хладагенте R142 и на 7 ÷ 9 % выше, чем при работе на чистом R12. Одной из причин этого может быть уменьшение относительных энергетических потерь из-за более низкой молекулярной массы R142.

При прочих равных условиях эти потери пропорциональны молекулярной массе. Молекулярная масса R142 равна 100,48; R12 равна 120,93. Относительные потери при одинаковых температурах соотносятся как 100:120.

#### Закключение

Рассмотрены особенности работы утилизаационных теплонасосных установок на судах морского флота. Проанализированы варианты использования вторичных энергетических ресурсов судовых энергетических установок для тепло- и хладоснабжения. Полученные результаты показали перспективность предложенных технических решений для использования ВЭР судовых энергетических установок на судах морского флота.

#### Список литературы:

1. Справочник по теплообменникам: В 2 т.; Пер. с англ.; под. ред. Б.С. Петухова, В.К. Широкова. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – Т.1. – 561с.

УДК 621.43.016.4

А.П. Марченко, д-р техн. наук, В.В. Шпаковский, канд. техн. наук

### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА В КАМЕРЕ СГОРАНИЯ ДВС С ТЕПЛОИЗОЛИРОВАННЫМ ПОРШНЕМ

#### Постановка проблемы

Исследования, направленные на снижение расхода топлива, повышение ресурса ДВС и улучшение экологичности являются весьма актуальными. В двигателестроении рассматривалось множество различных способов повышения эффективности ДВС [1]. Одним из перспективных направлений улучшения показателей топливной экономичности

ДВС является частично-динамическая теплоизоляция поршня, реализация которой является достаточно серьезной научно-технической проблемой. Реализация частично-динамической теплоизоляции позволяет улучшить рабочий процесс и, тем самым, повысить эффективные и экологические показатели дизеля.

#### Цель исследований