

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК  
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ  
ИНСТИТУТ ТЕПЛОФИЗИКИ им. С.С. КУТАТЕЛАДЗЕ

**ИССЛЕДОВАНИЯ И РАЗРАБОТКИ  
СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ  
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
В ОБЛАСТИ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

Ответственный редактор

член-корреспондент РАН С.В. Алексеенко



НОВОСИБИРСК

ИЗДАТЕЛЬСТВО СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ  
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

2009

УДК 620.9+621.313+621.365+338

ББК 31

И88

*Редакционная коллегия серии:*

академик В.М. Фомин (главный редактор),  
академик Ю.И. Шокин, член-корреспондент РАН В.А. Ламин,  
член-корреспондент РАН В.Н. Опарин, доктор биологических наук В.В. Глупов,  
доктор экономических наук В.Ю. Малов, доктор химических наук В.П. Федин,  
кандидат физико-математических наук Н.Г. Никулин (ответственный секретарь)

Серия основана в 2003 г.

И88

Исследования и разработки Сибирского отделения Российской академии наук в области энергоэффективных технологий / отв. ред. С.В. Алексеенко; Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Ин-т теплофизики. — Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2009. — 405 с. — (Интеграционные проекты СО РАН; вып. 20).

В книге представлены результаты комплексных научно-технических исследований, проводившихся с 2000 г. в рамках программы «Энергосбережение СО РАН». Сформулирован ряд предложений по повышению эффективности и безопасности энергосистем при производстве, транспортировке и потреблении тепловой энергии с ориентацией на практическое использование результатов в сибирском регионе.

Приведены подходы к оценкам эффективности систем энергоснабжения. Описан ряд автоматизированных систем контроля, учета и управления энергетическими процессами. Представлено оборудование, позволяющее повысить эффективность систем теплоснабжения зданий. Уделено значительное внимание повышению эффективности использования нетрадиционных возобновляемых источников энергии. Рассмотрен ряд энергоэффективных и экологически чистых технологий переработки и сжигания угля. Сформулированы научно-технические подходы к разработке новых устройств для энергоэффективного и экологически чистого сжигания различных топлив. Разработан ряд предложений по формированию экономического механизма энергосбережения. Представлена информация по демонстрационной зоне высокой энергоэффективности СО РАН.

Монография ориентирована на широкий круг специалистов, занимающихся изучением процессов, разработкой и созданием энергоэффективного оборудования и систем энергоснабжения и их применением, а также в значительной степени на специалистов энергетических служб предприятий.

Утверждено к печати Учеными советами

Института теплофизики им. С.С. Кутателадзе СО РАН  
и Института систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН

Рецензенты:

доктор технических наук А.С. Анышаков, доктор физико-математических наук Д.М. Маркович, исполнительный директор Фонда энергосбережения и развития топливно-энергетического комплекса Новосибирской области А.П. Шибанов

Работа выполнена в рамках интеграционного проекта СО РАН № 12

«Программа “Энергосбережение СО РАН”»

ISBN 978-5-7692-1094-5 (вып. 20)

ISBN 978-5-7692-0669-6

© Коллектив авторов, 2009

© Институт теплофизики  
им. С.С. Кутателадзе СО РАН, 2009

© Оформление. Издательство СО РАН,  
2009

боту в загрязненных и химически активных средах без промежуточных теплообменников, повышение эффективности утилизации тепла низкого температурного потенциала. Они отличаются малой металлоемкостью, мобильностью, широким спектром потенциального применения в народном хозяйстве.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Накоряков В.Е., Елистратов С.Л., Засимов М.В., Фиалков В.А. К проблеме экологически чистого теплоснабжения на территории рекреационных зон Сибири // Изв. вузов. Проблемы энергетики. – 2007. – № 9–10.
2. Накоряков В.Е., Елистратов С.Л. Энергетическая эффективность комбинированных отопительных установок на базе тепловых насосов с электроприводом // Промышленная энергетика. – 2008. – № 3.
3. Накоряков В.Е., Елистратов С.Л. Экологические аспекты применения парокомпрессионных тепловых насосов // Изв. РАН. Энергетика. – 2007. – № 4. – С. 76–83.

#### 4.5. УТИЛИЗАЦИЯ СБРОСА НИЗКОПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ КРУПНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ СТЕНДОВ

Тепловой насос позволяет утилизировать природное и техногенное тепло с температурой от +2 °С и выше (оборотное водоснабжение, вентиляционные выбросы, промышленные стоки, питьевая вода, тепло природных водоемов, тепло земли и т.п.) [1].

Проведенный в ряде институтов Сибирского отделения РАН энергоаудит показал, что огромное количество тепловой энергии выбрасывается в атмосферу через системы вентиляции и водяного охлаждения стендового оборудования. Типичным примером может служить ускорительно-накопительный комплекс ВЭПП-4 Института ядерной физики СО РАН, через систему охлаждения которого выбрасывалось более десятка мегаватт тепловой энергии. Для утилизации этой энергии был применен тепловой насос.

Эффективность применения теплового насоса зависит от коэффициента преобразования  $\phi$  (рис. 4.5.1), показывающего, какое количество электрической или иной энергии нужно затратить на единицу вырабатываемой тепловым насосом тепловой энергии:

$$\phi = \frac{Q_{\text{полезн}}}{N_e} = 3 \div 8,$$

где  $Q_{\text{полезн}}$  – произведенная тепловая энергия,  $N_e$  – количество энергии, затрачиваемой на привод теплового насоса при выработке тепла в количестве  $Q_{\text{полезн}}$ .

С помощью этих данных была проведена оценка эффективности применения теплового насоса, определена необходимая мощность установки, разработана схема включения утилизатора в систему охлаждения комплекса ВЭПП-4. Было принято решение о монтаже утилизатора на основе теплового насоса НТ-3000 фирмы «Энергия» мощностью 3 МВт.



Рис. 4.5.1. Зависимость коэффициента преобразования от температуры низкопотенциального тепла.

На рис. 4.5.2 приведена упрощенная схема включения теплового насоса в систему.

Экономический эффект от применения теплового насоса определяется следующими факторами.

1. Использование утилизированного тепла на обогрев здания комплекса ВЭПП-4. Годовой экономический эффект ~1,5 млн руб.
2. Отказ от оборотного водоснабжения. Годовой экономический эффект ~1,4 млн руб.
3. Сокращение времени выхода на температурный режим комплекса ВЭПП-4 и возможность поддерживать его с более высокой стабиль-

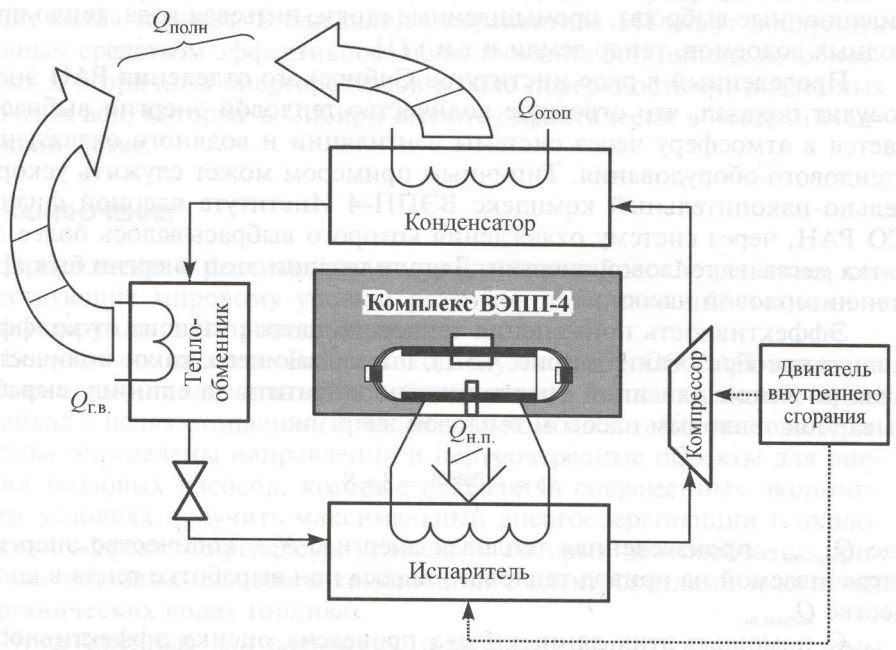


Рис. 4.5.2. Схема включения теплового насоса в систему:  
 $Q_{отоп}$  — тепло системы отопления,  $Q_{г.в.}$  — горячего водоснабжения,  $Q_{н.п.}$  — накопитель позитронов.

ностью. Годовой экономический эффект сложно определить в рублях, но эффективность использования комплекса при проведении исследований значительно повысилась, и экспериментаторы уже не желают работать без включенного в систему теплового насоса.

Высокие показатели эффективности утилизатора позволяют в дальнейшем увеличить мощность тепловых насосов, но возникает проблема использования получаемой тепловой энергии. Реализация этой энергии другими пользователями или тепловыми сетями требует законодательных решений и наличия свободного рынка тепловой энергии.

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

- Утилизация сброса низкопотенциальной тепловой энергии крупного экспериментального стенда (ускорительно-накопительного комплекса ВЭПП-4 Института ядерной физики СО РАН) на основе теплового насоса НТ-3000 ОАО «Энергия» дает высокий годовой экономический эффект (порядка 3 млн руб.)

- Использование полученной дополнительной утилизированной тепловой энергии требует законодательных решений и наличия свободного рынка тепловой энергии.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Янтовский Е.И., Левин Л.А. Промышленные тепловые насосы. – М.: Энергоатомиздат, 1989.

## **4.6. ОГНЕВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ УТИЛИЗАЦИИ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ**

Замещение природного ископаемого топлива альтернативными веществами и источниками, входит в число приоритетных направлений программ энергосбережения [1]. Твердые бытовые отходы (ТБО) также рассматриваются как нетрадиционные возобновляемые источники энергии. Использование ТБО в качестве топлива позволяет решать как экологические проблемы, связанные с накоплением мусора, так и проблему теплорезопасности [2, 3], обусловленную возможным дефицитом в поставках природного топлива.

### **4.6.1. Нетрадиционное возобновляемое топливо**

Твердые бытовые отходы, составляющие основную массу городских отходов, исходно имеют ряд полезных качества:

- 1) содержат некоторые изделия и материалы, которые могут быть использованы после сортировки и отбора без существенной обработки;

- 2) содержат вещества и материалы, которые могут быть утилизированы только после отбора, обезвреживания и переработки;

74. В.А. Стенников, д-р техн. наук (7.1) – Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН
75. А.В. Степанов, д-р техн. наук (7.3) – Институт физико-технических проблем Севера СО РАН
76. С.Г. Степанов, д-р техн. наук (5.1) – Энерготехнологическая компания «Сибгермо»
77. А.Н. Стерлягов, канд. техн. наук (1.2) – Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе СО РАН
78. В.Г. Сурков, канд. техн. наук (5.7) – Институт химии нефти СО РАН
79. В.И. Терехов, д-р техн. наук (1.2, 2.2, 3.2, 3.3, 3.6, приложение) – Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе СО РАН
80. В.В. Токарев, канд. техн. наук (1.3) – Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН
81. В.А. Ушаков (4.5) – Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера СО РАН
82. В.А. Фалеев, канд. техн. наук (5.3) – Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе СО РАН
83. Н.И. Федорова, канд. хим. наук (5.7) – Институт угля и углехимии СО РАН
84. Г.П. Чейдо, канд. техн. наук (2.1) – Конструкторско-технологический институт вычислительной техники СО РАН
85. З.П. Чепурная (3.3) – Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе СО РАН
86. Г.В. Чернова, канд. техн. наук (1.1, 7.2) – Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе СО РАН
87. Е.А. Чиннов, д-р физ.-мат. наук (4.8) – Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе СО РАН
88. Ю.А. Чумаков (6.1) – Институт физики прочности и материаловедения СО РАН
89. В.Н. Чурашев, канд. экон. наук (1.1, 7.2) – Институт экономики и организации промышленного производства СО РАН
90. А.Б. Шабаров, д-р техн. наук (4.7) – Тюменский государственный университет
91. З.И. Шалагицова, канд. техн. наук (1.3) – Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН
92. С.А. Шанин (6.1) – Институт физики прочности и материаловедения СО РАН
93. М.Л. Щипко, д-р техн. наук (5.2) – Институт химии и химической технологии СО РАН
94. С.И. Шторк, канд. физ.-мат. наук (6.4) – Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе СО РАН
95. Н.Н. Шушков (2.4) – Институт автоматики и электрометрии СО РАН
96. Т.С. Юсупов, д-р техн. наук (5.3) – Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН

## УЧРЕЖДЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК – УЧАСТНИКИ ПРОЕКТА

- Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе СО РАН
- Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН
- Институт теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича СО РАН
- Конструкторско-технологический институт вычислительной техники СО РАН
- Ордена Трудового Красного Знамени Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН
- Институт автоматики и электрометрии СО РАН
- Лаборатория проблем энергосбережения Кемеровского научного центра СО РАН
- Институт экономики и организации промышленного производства СО РАН
- Институт химии и химической технологии СО РАН
- Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера СО РАН
- Институт угля и углехимии СО РАН
- Отдел структурной макрокинетики Томского научного центра СО РАН
- Институт физики прочности и материаловедения СО РАН
- Институт химии нефти СО РАН
- Институт криосферы Земли СО РАН
- Институт физико-технических проблем Севера СО РАН
- Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН
- Кемеровский научный центр СО РАН