

Н.М. МХИТАРЯН

ЭНЕРГО-  
СБЕРЕГАЮЩИЕ  
ТЕХНОЛОГИИ

В ЖИЛИЩНОМ  
И ГРАЖДАНСКОМ

СТРОИТЕЛЬСТВЕ

N. MKHITARYAN

ENERGY-  
SAVING  
**TECHNOLOGIES**

IN HOUSING

CONSTRUCTION  
AND CIVIL ENGINEERING

KIEV  
NAUKOVA DUMKA  
2000

Н. М. МХИТАРЯН

ЭНЕРГО-  
СБЕРЕГАЮЩИЕ  
**ТЕХНОЛОГИИ**

В ЖИЛИЩНОМ  
И ГРАЖДАНСКОМ  
СТРОИТЕЛЬСТВЕ

КИЕВ  
НАУКОВА ДУМКА  
2000

В монографии рассмотрены вопросы энергосбережения в технологиях жилищного, гражданского строительства, а также в процессе эксплуатации зданий и сооружений. Проанализированы основные источники потерь энергии через ограждающие конструкции и способы их снижения. Дан сравнительный анализ эффективности централизованного и децентрализованного теплоснабжения. Рассмотрены состояние и перспективы когенерации, схемы когенерационных установок, возможности использования нетрадиционных и возобновляемых источников энергии как самостоятельно, так и в комбинации с традиционными источниками.

Для инженеров-теплотехников, работников коммунального энергоснабжения и энергетических промышленных предприятий, специалистов по энергетике, а также преподавателей и студентов вузов.

У монографії розглянуто питання енергозбереження в технологіях житлового, цивільного будівництва, а також у процесі експлуатації будівель та споруд. Проаналізовано основні джерела втрати енергії крізь огорожувальні конструкції та способи їх зниження. Дано порівняльний аналіз ефективності централізованого та децентралізованого теплопостачання. Розглянуто стан і перспективи когенерації, схеми когенераційних установок, можливості використання нетрадиційних і поновлювальних джерел енергії як самостійно, так і комбіновано з традиційними джерелами.

Для інженерів-теплотехніків, працівників комунального енергопостачання та енергетичних промислових підприємств, фахівців з енергетики, а також викладачів та студентів вузів.

Problems of saving power in civil and home constructions as well as in the process of buildings and structures maintenance have been considered in the monograph. Main sources of power losses in protecting structures and ways of their reduction have been analyzed. A comparative analysis of efficiency of central and local heating has been made. Data concerning main kinds of equipment used for these purposes are presented. State and prospects of cogeneration, schemes of cogeneration plants, possibilities of both independent use of nontraditional and renewable power sources and in combination with traditional sources have been considered.

For heat engineers, personnel of public service power supply and industrial power plants, specialists in power engineering as well as professors and students of higher educational institutions.

Ответственный редактор  
академик НАН Украины И. Н. КАРП

Рецензенты  
член-корреспондент НАН Украины Н. М. ФИАЛКО,  
доктор технических наук Г. А. БЫКОВ

Утверждено к печати ученым советом  
Института газа Национальной академии наук Украины

Редакция физико-математической и технической литературы  
Редакторы *М. К. Пунина, Т. С. Мельник*

М 220100000 - 009  
2000



# ОГЛАВЛЕНИЕ

	<b>ВСТУПИТЕЛЬНОЕ СЛОВО</b> .....	7
	<b>ПРЕДИСЛОВИЕ</b> .....	9
<b>ГЛАВА</b> <b>1</b>	<b>СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО И ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ</b> .....	15
	1.1. Описание и оценка технологий.....	15
	1.2. Преимущества децентрализованного энерго- снабжения .....	20
	1.3. Факторы, влияющие на распространение де- централизованной энергетики .....	22
<b>ГЛАВА</b> <b>2</b>	<b>ТЕПЛОВАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЗДАНИЙ</b> .....	30
	2.1. Оптимизация тепловой эффективности здания по климатическим условиям .....	30
	2.2. Повышение тепловой эффективности путем рационального выбора ограждающих конструкций .....	42
	2.3. Энергоэффективность систем отопления зданий .....	87
	2.4. Гигиенические проблемы энергоснабжения жилых зданий .....	94
	2.5. Перспективные направления повышения энер- гоэффективности зданий .....	108
<b>ГЛАВА</b> <b>3</b>	<b>СИСТЕМЫ ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ</b> .....	119
	3.1. Водяное отопление .....	120
	3.2. Воздушное отопление .....	138
	3.3. Лучистое отопление .....	146
<b>ГЛАВА</b> <b>4</b>	<b>ТЕПЛОГЕНЕРАТОРЫ ДЛЯ АВТОНОМНОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ</b> .....	151
	4.1. Классификация теплогенераторов .....	151
	4.2. Газовые отопительные приборы для возду- шно-отопительного помещения .....	155
	4.3. Настенные газовые водонагреватели проточ- ного типа (газовые колонки) .....	158
	4.4. Настенные газовые котлы проточного типа.....	163
	4.5. Напольные котлы.....	177
	4.6. Водогрейные котлы средней и большой мощ- ности .....	208
	4.7. Газовые котлы конденсационного типа .....	214
	4.8. Водонагреватели контактного типа .....	219
	4.9. Автоматизированные котельные контейнерно- го типа .....	223

## ГЛАВА 5

<b>СОВМЕСТНОЕ ГЕНЕРИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ И ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ (КОГЕНЕРАЦИЯ)</b> .....	228
5.1. Принцип и основные преимущества когенерации .....	228
5.2. Электрогенераторы для когенерационных установок .....	233
5.3. Совместная выработка электроэнергии, теплоты и холода .....	241

## ГЛАВА 6

<b>ТОПЛИВО ДЛЯ УСТАНОВОК ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННОЙ ЭНЕРГЕТИКИ</b> .....	245
6.1. Природный газ — основной вид топлива для децентрализованной энергетики .....	245
6.2. Теплотехнические характеристики природного газа .....	251
6.3. Другие виды топлива .....	254

## ГЛАВА 7

<b>ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ ПРИ ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННОМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИИ</b> .....	258
7.1. Методы энергосбережения, используемые в зданиях с децентрализованным теплоснабжением.....	258
7.2. Пассивные гелиосистемы .....	271
7.3. Активные гелиосистемы .....	298
7.4. Системы солнечного горячего водоснабжения.....	299
7.5. Комбинированные системы солнечного отопления и горячего водоснабжения .....	307
7.6. Коллекторы солнечной энергии .....	318
7.7. Аккумуляторы теплоты .....	338

## ГЛАВА 8

<b>ПРИМЕНЕНИЕ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ ДЛЯ ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ТЕПЛОХОЛОДОСНАБЖЕНИЯ</b> .....	358
8.1. Циклы трансформаторов теплоты .....	358
8.2. Парокомпрессионные тепловые насосы .....	361
8.3. Тепловые насосы абсорбционного типа .....	372
8.4. Компрессионно-резорбционные тепловые насосы .....	376
8.5. Компрессионные тепловые насосы с приводом от двигателя внутреннего сгорания .....	382
8.6. Оценка энергетической эффективности теплонасосных систем отопления .....	384
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ</b> .....	393
<b>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ</b> .....	396
<b>КРАТКИЙ ТЕРМИНОЛОГИЧЕСКИЙ СЛОВАРЬ</b> .....	400

# CONTENTS

	<b>INTRODUCTORY ARTICLE</b> .....	7
	<b>PREFACE</b> .....	9
<b>CHAPTER 1</b>	<b>CENTRALIZED AND DECENTRALIZED POWER SUPPLY - COMPARATIVE ANALYSIS</b> .....	15
	1.1. Description and estimate of technologies .....	15
	1.2. Advantages of decentralized power supply .....	20
	1.3. Factors affecting the distribution of decentralized power .....	22
<b>CHAPTER 2</b>	<b>THERMAL EFFICIENCY OF BUILDINGS</b> .....	30
	2.1. Optimization of heat efficiency of buildings according to climate conditions .....	30
	2.2. Raising of thermal efficiency by means of rational choice of protecting structures .....	42
	2.3. Power efficiency of heating systems in buildings .....	87
	2.4. Hygienic problems of power supply of residential buildings.....	94
	2.5. Perspective trends of raising power efficiency of buildings.....	108
<b>CHAPTER 3</b>	<b>DECENTRALIZED HEAT SUPPLY SYSTEMS</b> .....	119
	3.1. Hot-water heating .....	120
	3.2. Warm-air heating .....	138
	3.3. Radiant heating.....	146
<b>CHAPTER 4</b>	<b>HEAT GENERATORS FOR AUTONOMOUS HEAT SUPPLY</b> .....	151
	4.1. Classification of heat generators .....	151
	4.2. Gas heating appliances for warm-air heating of premises .....	155
	4.3. Wall gas running water heaters (gas heads) .....	158
	4.4. Wall gas fired running water boilers.....	163
	4.5. Floor boilers .....	177
	4.6. Middle and low power hot-water boilers .....	208
	4.7. Gas-fired boilers of condensational type .....	214
	4.8. Water heaters of contact type .....	219
	4.9. Automated boiler houses of container type.....	223



## CHAPTER 5

<b>COMBINED GENERATION OF ELECTRIC AND HEAT POWER (COGENERATION) .....</b>	<b>228</b>
5.1. Principle and main advantages of cogeneration.....	228
5.2. Electric generators for cogeneration plants .....	233
5.3. Combined generation of electric power, heat and cold.....	241

## CHAPTER 6

<b>FUEL FOR PLANTS OF DECENTRALIZED POWER .....</b>	<b>245</b>
6.1. Natural gas - basic fuel for decentralized power.....	245
6.2. Heat characteristics of natural gas .....	251
6.3. Other kinds of fuel .....	254

## CHAPTER 7

<b>USE OF SOLAR POWER UNDER DECENTRALIZED HEAT SUPPLY .....</b>	<b>258</b>
7.1. Power-saving methods used in buildings with decentralized heat supply .....	258
7.2. Passive solar power systems.....	271
7.3. Active solar power systems .....	288
7.4. Systems of solar hot water supply.....	299
7.5. Combined systems of solar heating and hot water supply .....	307
7.6. Collectors of solar power .....	318
7.7. Heat accumulators.....	338

## CHAPTER 8

<b>USE OF THERMOCOMPRESSORS FOR DECENTRALIZED HEAT-COLD-SUPPLY .....</b>	<b>358</b>
8.1. Cycles of heat transformers .....	358
8.2. Steam thermocompressors .....	561
8.3. Thermocompressors of absorption type .....	372
8.4. Resorption thermocompressors .....	376
8.5. Internal combustion engine-operated thermocompressors .....	382
8.6. Estimate of power efficiency of thermocompressor heat systems .....	384
<b>CONCLUSION .....</b>	<b>393</b>
<b>REFERENCES .....</b>	<b>396</b>
<b>BRIEF TERMINOLOGICAL DSCTIONARY .....</b>	<b>400</b>