

**С. П. ПЕТРОВ**

**АВТОМАТИЗАЦИЯ  
КОГЕНЕРАЦИОННЫХ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ  
С РАСПРЕДЕЛЕННЫМИ ПИКОВЫМИ НАГРУЗКАМИ**

Под общей редакцией

д-ра техн. наук, проф. А.И. Суздальцева

«МАШИНОСТРОЕНИЕ -1»

МОСКВА 2007

УДК 681.58:620.92 (063)

ББК 31.15

Э65

Рецензенты: д-р техн. наук, проф. И.С. Константинов

д-р техн. наук, проф. Б.Р. Иванов

**Петров С.П.**

Э65 Автоматизация когенерационных систем теплоснабжения с распределенными пиковыми нагрузками. Под общей редакцией д-ра техн. наук, проф. А.И. Суздальцева – М.: Машиностроение - 1, 2007.- 304 с.: ил.

Представлен анализ общего состояния когенерационных (на основе комбинированной выработки тепловой и электрической энергии) систем централизованного теплоснабжения. Рассмотрены основные факторы, оказывающие влияние на качество управления температурным режимом зданий, отапливаемых от систем централизованного теплоснабжения.

Предложен вариант реструктуризации существующих систем централизованного теплоснабжения за счет подключения к тепловым сетям по разработанному алгоритму активно работающих распределенных пиковых нагрузок, обеспечивающих теплоснабжение потребителей в местах с максимальной плотностью застройки.

Приведены результаты теоретических исследований на устойчивость и управляемость САУ. Раскрыты особенности теплового и гидравлического режимов в условиях автоматического управления. Приведены результаты моделирования когенерационных систем теплоснабжения с распределенными пиковыми нагрузками. Теоретические положения проверены в натурных условиях на базе Орловских тепловых сетей. В качестве пиковых нагрузок использованы котельные лечебно-профилактических учреждений г. Орла.

Предложены графо-параметрический метод расчета параметров когенерационного источника и пиковых нагрузок, включающий структурно-параметрический анализ и синтез моделей АСУ КСЦТ, и метод расчета эффективности различных по структуре моделей когенерационных систем теплоснабжения с распределенными пиковыми нагрузками.

Для научных и инженерно-технических работников, преподавателей и аспирантов вузов, работающих по специальности «Автоматизация технологических процессов...», а также специалистов в области теплоэнергетики и энергосбережения.

ISBN 5-94275-243-5

С.П.Петров, 2007

Орел ГТУ

Издательство «Машиностроение-1», 2007

**S. P. PETROV**

**COHERATION SYSTEM AUTOMATION  
FOR HEAT SUPPLYWITH DISTRIBUTED  
PEAK DEMANDS**

Under the general editorship  
of Anatoly I. Suzdaltsev, Dc. Sc., Prof.

Mashinostroyenie Publishers-1

Moscow, 2007

**UDC 681.58:620.92 (063)**

**Reviewers: Dr. Sc., Prof. I.S. KONSTANTINOV  
Dr. Sc., Prof. B.R. IVANOV**

**S.P. Petrov**

E65 Cogeneration system automation for heat supply with distributed peak demands. Under the general editorship of Anatoly I. Suzdaltsev, Dc.Sc., Prof. – M.: Mashinostroyenie Publishers – 1, 2007.- pp. 304: il.

The analysis of general situation in cogeneration systems of (on the basis of heat and electric power combined production) distant heating is presented. Basic factors having an influence upon quality of temperature control in buildings heated by distant heating systems are considered.

A variant for restructuring available distant heating systems is offered at the expense of connection to heat networks actively operating peak demands according to the algorithm elaborated and providing heat supply for consumers in the areas with maximum building density.

The results of theoretical researches for definition of steadiness and controllability of automatic checkout systems (ACS) are presented. The peculiarities of thermal and hydraulic conditions while making use of automatic checkout systems are disclosed. The results of modeling heat supply cogeneration systems with distributed peak demands are shown. Theoretical regulations are tested under actual conditions at Orel heat networks. Boiler-rooms of patient care institutions in Orel were used as peak demands.

As peak loadings boiler-houses of treatment-and-prophylactic establishments of Orel are used. Including structurally parametrical analysis and synthesis of models of ACS CSCH, and a method of calculation of efficiency of various models on structure cogeneration systems of a heat supply with the distributed peak loadings are offered a graph - parametrical method of calculation of parameters cogeneration a source and the peak loadings.

For researchers and technical engineering employees, faculty and post graduate students of working as specialists in “Technological process automation...” and also for specialist in heat-and-power engineering and energy saving.

ISBN 5-94275-243-5

S.P. Petrov, 2007  
OrelSTU  
Mashinostroyenie Publishers-1, 2007

## ВВЕДЕНИЕ

Когенерационные системы централизованного теплоснабжения (КСЦТ), особенность которых заключается в комбинированной выработке тепловой и электрической энергии, позволяют сберечь ежегодно до 30 млн. тонн органического топлива, вырабатывая при этом на тепловом потреблении до 30 процентов электроэнергии [37].

Анализ существующей технологической структуры построения когенерационных систем централизованного теплоснабжения, конструкций применяемого технологического оборудования показывает, что они не в полной мере отвечают современным требованиям, предъявляемым к объектам автоматизированного управления. В крупных системах теплоснабжения многочисленные абонентские установки присоединяются к магистральным тепловым сетям, как правило, без промежуточных узлов управления. В результате по тепловым сетям приходится пропускать излишнее количество теплоносителя, ориентируясь на абонентов с наихудшими условиями [152].

Недостаток применяемого метода распределения тепловой энергии по многочисленным тепловым пунктам особенно проявляется в настоящее время, когда потребители не получают ее необходимого количества в холодный период года из-за того, что температура теплоносителя, подаваемого от ТЭЦ, из-за больших тепловых потерь в теплотрассах оказывается значительно ниже требуемой по графику управления [42, 140].

Свыше 60% тепловых пунктов присоединяются в России по зависимой схеме с помощью водоструйных насосов-элеваторов, принцип действия которых находится в противоречии с принципами автоматического управления: элеватор работает практически с постоянным коэффициентом смешения, а при автоматическом управлении (для предотвращения разрегулировки абонентских систем отопления) этот коэффициент должен быть переменным [152].

## ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
ВВЕДЕНИЕ.....	5
ГЛАВА 1 Общий анализ структуры, принципов автоматизации, методов и средств управления технологическими процессами передачи тепловой энергии в КСЦТ.....	9
1.1 Анализ современной структуры построения и особенности функционирования КСЦТ.....	9
1.2 Общие принципы управления расходом тепловой энергии в КСЦТ.....	18
1.3 Особенности автоматизации КСЦТ на различных ступенях управления.....	26
1.3.1 Автоматическое управление на ТЭЦ и контрольно-распределительных пунктах .....	26
1.3.2 Автоматическое управление на центральных тепловых пунктах.....	44
1.3.3 Автоматическое управление на абонентском вводе здания.....	53
1.3.4 Индивидуальное автоматическое регулирование.....	60
1.3.5 Влияние возмущающих воздействий в тепловой сети КСЦТ на параметры теплоносителя в абонентских вводах.....	72
1.3.6 Влияние статических и динамических характеристик здания на режим работы абонентского ввода.....	79
1.4 Задачи АСУ КСЦТ и принципы их построения.....	83
1.5 Анализ динамики процессов в КСЦТ.....	92
1.5.1 Влияние динамических характеристик трубопроводов на управляемость в КСЦТ.....	92
1.5.2 Расчет тепловых потерь в когенерационных системах централизованного теплоснабжения.....	99
1.5.3 Особенности тепловой и гидравлической регулировки в КСЦТ.....	104
1.6 Технические средства управления технологическими процессами в КСЦТ.....	107
1.7 Особенности функционирования пиковых нагрузок в КСЦТ.....	131
1.8 Повышение безопасности жизнедеятельности и экологической обстановки в КСЦТ.....	

гических показателей при теплоснабжении от КСЦТ.....	140
ГЛАВА 2 Аналитический подход к оценке свойств элементов КСЦТ.....	150
2.1 Качественно – количественное импульсно – шаговое управление.....	150
2.2 Работа абонетского ввода при отклонении параметров теплоносителя в тепловой сети.....	165
2.3 Зависимость параметров теплоносителя на абонентском вводе КСЦТ от статических и динамических характеристик других абонентских систем и тепловой сети.....	175
2.4 Моделирование функционально завершенной системы автоматического управления.....	187
2.5 Исследование ФЗ САУ когенерационной системы теплоснабжения на устойчивость .....	195
2.6 Расчет эффективности различных моделей когенерационных систем теплоснабжения .....	210
ГЛАВА 3 Структурно – параметрический анализ АСУ КСЦТ.....	219
3.1 Условие инвариантности управляющего и возмущающего воздействий.....	219
3.2 Графо-параметрический метод исследования динамических характеристик АСУ КСЦТ.....	225
ГЛАВА 4 Структурно – параметрический синтез АСУ КСЦТ...	246
4.1 Синтез АСУ КСЦТ при инвариантной схеме управления.....	246
4.2 Синтез обобщенной модели АСУ КСЦТ с когенерационным источником и пиковой нагрузкой .....	250
4.3 Синтез обобщенной модели АСУ КСЦТ с когенерационным источником, пиковой нагрузкой и автоматизированным абонентским вводом.....	255
4.4 Исследование динамики АСУ КСЦТ на обобщенной модели, включающей когенерационный источник и пиковую нагрузку.....	257
4.5 Исследование динамики АСУ КСЦТ на обобщенной модели, включающей когенерационный источник, пиковую нагрузку, и автоматизированный абонентский ввод.....	262
Заключение .....	269
Литература .....	270
Приложения .....	286