

Министерство образования и науки Российской Федерации  
НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

---

Г.В. НОЗДРЕНКО, П.А. ЩИННИКОВ

КОМПЛЕКСНЫЙ  
ЭКСЕРГЕТИЧЕСКИЙ  
АНАЛИЗ ЭНЕРГОБЛОКОВ ТЭС  
С НОВЫМИ ТЕХНОЛОГИЯМИ

НОВОСИБИРСК  
2009

УДК 621.311.22  
Н 781

Рецензент академик РАН *В.Е. Накоряков*

**Ноздренко Г.В.**

Н 781 Комплексный эксергетический анализ энергоблоков ТЭС с новыми технологиями : монография / Г.В. Ноздренко, П.А. Щинников. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2009. – 190 с. (Серия «Монографии НГТУ»).

ISBN 978-5-7782-1194-0

В монографии рассмотрены основные положения комплексного эксергетического анализа энергоблоков ТЭС с новыми технологиями (котельными, станционными и комбинированного теплоснабжения).

Приведены методики определения показателей эксергетической эффективности, эксергетических и технико-экономических характеристик энергоблоков ТЭС и их агрегатов, распределения затрат между энергопродуктами при их комплексном производстве агрегатами и в целом ТЭС, а также способы решения оптимизационных технико-экономических задач.

Книга предназначена для теплоэнергетиков: научных работников, специалистов, аспирантов, магистрантов, студентов.

УДК 621.311.22

ISBN 978-5-7782-1194-0

© Ноздренко Г.В., Щинников П.А., 2009

© Новосибирский государственный  
технический университет, 2009

Ministry of Education and Science of the Russian Federation  
NOVOSIBIRSK STATE TECHNICAL UNIVERSITY

---

G.V. NOZDRENKO, P.A. SHCHINNIKOV

# COMPLEX EXERGY ANALYSIS OF POWER UNITS OF HEAT POWER PLANTS BASED ON NEW YECHNOLOGIES

NOVOSIBIRSK  
2009

UDC 621.311.22  
N 781

Reviewer *B.E. Nakoryakov*, Full Member of RAS

**Nozdrenko G.V.**

N 781 Complex Exergy Analysis of Power Units of Heat Power Plants Based on New Technologies : monograph / G.V. Nozdrenko, P.A. Shchinnikov. – Novosibirsk : NSTU Publisher, 2009. – 190 p. (NSTU Monograph series)  
ISBN 978-5-7782-1194-0

The main points of the complex exergy analysis of power units of heat power plants based on new technologies (boiler, station and combined heat supply plants) are described in the monograph.

The authors propose methods of determining efficiency indices, exergic and performance characteristics of power units of heat power plants and their installations, distribution of costs between power products generated by complex installation production and by the entire heat power plant as well as methods of solving technical and economic optimization problems.

The book is intended for heat power engineers, researchers, postgraduate, graduate and undergraduate students.

UDC 621.311.22

ISBN 978-5-7782-1194-0

© Nozdrenko G.V., Shchinnikov P.A., 2009  
© Novosibirsk State  
Technical University, 2009

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие .....	7
Введение .....	9
<b>Глава 1. ЭКСЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОМУ АНАЛИЗУ ПРОЦЕССОВ В ЭНЕРГОБЛОКАХ</b> .....	<b>11</b>
1.1. Эксергия вещества в потоке .....	11
1.2. Эксергия топлива .....	13
1.3. Эксергетические балансы и эксергетическая производительность .....	15
1.4. Эксергетические потери .....	22
1.5. Моделирование эксергетических связей между энергоагрегатами и энергосистемами энергоблока .....	31
1.6. Эксергетическое распределение затрат между продуктами, производимыми многоцелевыми энергоагрегатами и энергоблоками .....	40
1.7. Выводы .....	42
<b>Глава 2. ОСНОВЫ МЕТОДИКИ КОМПЛЕКСНОГО ЭКСЕРГЕТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ЭНЕРГОБЛОКОВ ТЭС</b> .....	<b>43</b>
2.1. Методические предпосылки комплексного эксергетического анализа .....	43
2.2. Сущность подхода к комплексному эксергетическому анализу .....	45
2.3. Выбор и обоснование критерия технико-экономической эффективности .....	57
2.4. Определяющие принципы сравниваемых вариантов .....	70
2.5. Определение составляющих эксергетического критерия эффективности .....	73
2.6. Принципы и алгоритмы вычислительного комплекса для проведения расчетов по эксергетическому анализу энергоблоков .....	93

---

2.7. Оценка генерирующих мощностей ПГУ, вводимых в региональную энергетику в условиях топливно-энергетического баланса и системных ограничений .....	102
2.8. Выводы.....	104
Г л а в а 3. АНАЛИЗ НОВЫХ КОТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СОСТАВЕ ЭНЕРГОБЛОКОВ ТЭС .....	105
3.1. Технологические особенности новых котельных технологий.....	105
3.2. Эксергетический анализ новых котельных технологий .....	121
3.3. Выводы.....	128
Г л а в а 4. АНАЛИЗ НОВЫХ СТАНЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ТЭС	130
4.1. Исходные и технологические предпосылки .....	130
4.2. Комплексный эксергетический анализ .....	139
4.3. Выводы.....	151
Заключение.....	152
Библиографический список .....	153

## CONTENTS

Foreword.....	7
Introduction.....	9
<b>Chapter 1. AN EXERGY APPROACH TO THERMODYNAMIC ANALYSIS OF POWER PLANT PROCESSES.....</b>	<b>11</b>
1.1. Substance exergy in a flow .....	11
1.2. Fuel exergy .....	13
1.3. Exergy balances and exergy efficiency .....	15
1.4. Exergy losses .....	22
1.5. Simulation of exergy relations between power installations and power units.....	31
1.6. Exergic distribution of costs between products generated by multipurpose power installations and power units .....	40
1.7. Conclusions .....	42
<b>Chapter 2. BASIC METHODS OF THE COMPLEX EXERGY ANALYSIS OF POWER UNITS OF HEAT POWER PLANTS.....</b>	<b>43</b>
2.1. Methodological grounds of the complex exergy analysis...	43
2.2. The essence of the complex exergy analysis approach.....	45
2.3. Selection and validation of criteria of technical and economic efficiency .....	57
2.4. Determinative principles of alternatives under comparison	70
2.5. Calculation of components of the exergy efficiency criterion .....	73
2.6. Computational principles and algorithms for making the exergy analysis of power units .....	93
2.7. Estimation of power generating unit capacities introduced into the regional power system under conditions of supply-demand balance and system restrictions.....	102
2.8. Conclusions .....	104

---

Chapter 3. ANALYSIS OF NEW BOILER TECHNOLOGIES USED IN POWER UNITS OF HEATPOWER PLANTS.....	105
3.1. Technological peculiarities of new boiler technologies .....	105
3.2. Exergy analysis of new boiler technologies .....	121
3.3. Conclusions .....	128
Chapter 4. ANALYSIS OF NEW STATION TECHNOLOGIES USED AT HEAT POWER PLANTS .....	130
4.1. Initial and technological grounds .....	130
4.2. Complex exergy analysis.....	139
4.3. Conclusions .....	151
Summary.....	152
References.....	153