

681.518.5

£ 30

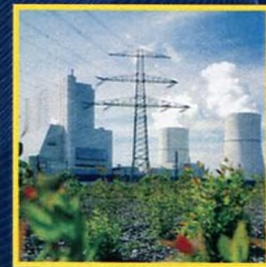
A.O. ZAPOROZHETS, V.P. BABAK

# CONTROL OF FUEL COMBUSTION

## IN SMALL AND MEDIUM POWER BOILERS



**Fuel**



**O<sub>2</sub>**

NATIONAL ACADEMY  
OF SCIENCES OF UKRAINE  
INSTITUTE OF ENGINEERING THERMOPHYSICS  
OF THE NAS OF UKRAINE

---

НАЦІОНАЛЬНА  
АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ  
ІНСТИТУТ ТЕХНІЧНОЇ ТЕПЛОФІЗИКИ  
НАН УКРАЇНИ

А. О. ЗАПОРОЖЕЦЬ, В. П. БАБАК

**КОНТРОЛЬ  
СПАЛЮВАННЯ  
ПАЛИВА  
В КОТЛОАГРЕГАТАХ  
МАЛОЇ ТА СЕРЕДНЬОЇ  
ПОТУЖНОСТІ**

---

---

*ПРОЄКТ  
«УКРАЇНСЬКА НАУКОВА КНИГА  
ІНОЗЕМНОЮ МОВОЮ»*

---

КИЇВ  
АКАДЕМПЕРІОДИКА  
2020

**A. O. ZAPOROZHETS, V. P. BABAK**

**CONTROL  
OF FUEL  
COMBUSTION  
IN SMALL  
AND MEDIUM  
POWER BOILERS**

---

---

*PROJECT  
«UKRAINIAN SCIENTIFIC BOOK  
IN A FOREIGN LANGUAGE»*

---

KYIV  
AKADEMPERIODYKA  
2020

UDK 681.518.5:504.064.36

Z 30

<https://doi.org/10.1507/akademperiodyka.418.128>

**Reviewers:**

*M. V. MYSLOVYCH*, Dr. Tech. Sci., Prof., Head of the Department  
Institute of Electrodynamics of the NAS of Ukraine

*V. S. EREMENKO*, Dr. Tech. Sci., prof, Head of the Department  
National Technical University of the Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

*Approved for publication by Scientific Council of the Institute of Engineering Thermophysics  
(September 12, 2019, Protocol No. 11)*

***Publication was funded in the frame of the Targeted Complex  
Program " Creation and Development of Scientific Publishing Complex  
of the National Academy of Sciences of Ukraine"***

**Zaporozhets A.**

Z 30 Control of fuel combustion in small and medium power  
boilers / A. O. Zaporozhets, V.P. Babak. — Kyiv: Akademperiodyka,  
2020. — 128 p.

ISBN 978-966-360-418-3

The monograph deals with the problems of increasing the efficiency of fuel combustion and reducing emissions of harmful substances in boilers with a capacity of up to 3.5 MW. Approaches for the formation of stoichiometric air-fuel mixtures in boilers are developed. The method for indirect determination of the concentration of air components was developed, which allows to increase the metrological characteristics of gas-analyzing devices. Methods, algorithms and programs to automate the combustion control process, while ensuring the reliability of the data, are created. A system for monitoring the fuel combustion process was developed, and it was implemented on the basis of the NIISTU-5 boiler unit.

For researchers, engineers, as well as lecturers and postgraduates of higher educational institutions and scientific institutions, working in the field of engineering and optimization in the energy.

**UDK 681.518.5:504.064.36**

**ISBN 978-966-360-418-3**

© Institute of Engineering Thermophysics, 2020

© Akademperiodyka, design, 2020

# CONTENT

---

LIST OF ABBREVIATIONS.....	7
LIST OF SYMBOLS .....	8
INTRODUCTION.....	9

## Chapter 1

---

### **METHODS AND MEANS OF CONTROL OF THE COMPOSITION OF FLUE GASES OF BOILER PLANTS**

1.1. Features of the formation of the heat balance of the boiler.....	11
1.2. Approaches to the formation of air-fuel mixture in the burner devices.....	16
1.3. Methods for controlling the composition of flue gases of boiler plants.....	23
1.4. Analysis of control systems of the combustion process.....	30
1.5. Current state of boiler units of municipal and industrial power system and ways of their modernization.....	33

## Chapter 2

---

### **RESEARCH OF THE PROCESS OF FUEL COMBUSTION IN BOILER UNITS**

2.1. Features of thermophysical processes in the working area of the boiler.....	40
2.2. Modeling of the air-fuel path of the boiler unit.....	42
2.3. Features of the formation of stoichiometric air-fuel mixtures.....	49
2.4. Methods for improving the accuracy of determining the EAC.....	54
2.5. Method for determining the VOC in the air.....	59

## Chapter 3

---

### **HARDWARE AND SOFTWARE IMPLEMENTATION OF THE MODULES OF THE SYSTEM OF THE FUEL COMBUSTION CONTROL PROCESS**

3.1. Generalized structure of the combustion control system in boilers.....	65
3.2. Means of monitoring the process of fuel combustion based on oxygen sensor.....	70
3.3. Formation of AFM of a given composition based on frequency regulators .....	74
3.4. Software of combustion control system.....	84

Chapter 4

---

**EXPERIMENTAL RESEARCHES  
OF COMPUTER SYSTEM FOR CONTROL  
THE FUEL COMBUSTION PROCESS**

4.1. Results of experimental studies of VOC changes .....	90
4.2. Metrological evaluation of experimental studies of VOC changing.....	94
4.3. Forecasting of VOC in the air.....	103
4.4. Results of experimental studies of a computerized system for controlling the fuel combustion process.....	109
4.5. Ecological analysis of system operation.....	114
4.6. Economic analysis of system efficiency.....	116
REFERENCES.....	121

Розглянуто проблеми підвищення ефективності спалювання палива та зниження викидів шкідливих речовин у котлоагрегатах потужністю до 3,5 МВт. Розвинуті підходи до формування стехіометричних повітряно-паливних сумішей у котлоагрегатах. Розроблено метод непрямого визначення концентрації складових повітря, що дає змогу підвищити метрологічні характеристики газоаналізувальних пристроїв. Створено методи, алгоритми й програми, які допомагають автоматизувати процес контролю спалювання, забезпечуючи достовірність даних. Розроблена система контролю процесу спалювання палива реалізована на базі котлоагрегату НІСТУ-5.

Для дослідників, інженерів, а також викладачів та аспірантів закладів вищої освіти та наукових установ, які працюють у галузі інженерії та оптимізації в енергетиці.

*Наукове видання*

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ  
ІНСТИТУТ ТЕХНІЧНОЇ ТЕПЛОФІЗИКИ НАН УКРАЇНИ

ЗАПОРОЖЕЦЬ Артур Олександрович  
БАБАК Віталій Павлович

---

**КОНТРОЛЬ СПАЛЮВАННЯ ПАЛИВА  
В КОТЛОАГРЕГАТАХ МАЛОЇ  
ТА СЕРЕДНЬОЇ ПОТУЖНОСТІ**

Англійською мовою

Редактор-коректор *В. К. Рого*

Художнє оформлення *Є. О. Льницького*

Технічний редактор *Т. М. Шендерович*

Комп'ютерна верстка *Н. М. Коваленко*

Підп. до друку 27.10.2020. Формат 70 × 100/16. Гарн. Minion Pro.  
Ум. друк. арк. 10,4. Обл.-вид. арк. 10,75. Тираж 200 прим. Зам. № 6124

---

Видавець і виготовлювач Видавничий дім «Академперіодика» НАН України  
01004, Київ-4, вул. Терещенківська, 4

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 544 від 27.07.2001 р.