

ISSN 1991-346X

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

Х А Б А Р Л А Р Ы

ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

**ФИЗИКА-МАТЕМАТИКА
СЕРИЯСЫ**



СЕРИЯ

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ



**PHYSICO-MATHEMATICAL
SERIES**

2 (306)

НАУРЫЗ – СӘУІР 2016 ж.

МАРТ – АПРЕЛЬ 2016 г.

MARCH – APRIL 2016

1963 ЖЫЛДЫҢ ҚАҢТАР АЙЫНАН ШЫҒА БАСТАҒАН
ИЗДАЕТСЯ С ЯНВАРЯ 1963 ГОДА
PUBLISHED SINCE JANUARY 1963

ЖЫЛЫНА 6 РЕТ ШЫҒАДЫ
ВЫХОДИТ 6 РАЗ В ГОД
PUBLISHED 6 TIMES A YEAR

АЛМАТЫ, ҚР ҰҒА
АЛМАТЫ, НАН РК
ALMATY, NAS RK

Б а с р е д а к т о р

ҚР ҰҒА академигі,

Мұтанов Г. М.

Р е д а к ц и я а л қ а с ы:

физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Әшімов А.А.**; техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Байғұнчечков Ж.Ж.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Жұмаділдаев А.С.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Қалменов Т.Ш.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Мұқашев Б.Н.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Өтелбаев М.О.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Тәкібаев Н.Ж.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Харин С.Н.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Әбішев М.Е.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Жантаев Ж.Ш.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Қалимолдаев М.Н.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Косов В.Н.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Мұсабаев Т.А.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Ойнаров Р.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Рамазанов Т.С.** (бас редактордың орынбасары); физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Темірбеков Н.М.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Өмірбаев У.У.**

Р е д а к ц и я к ең е с і:

Украинаның ҰҒА академигі **И.Н. Вишневский** (Украина); Украинаның ҰҒА академигі **А.М. Ковалев** (Украина); Беларусь Республикасының ҰҒА академигі **А.А. Михалевич** (Беларусь); Әзірбайжан ҰҒА академигі **А. Пашаев** (Әзірбайжан); Молдова Республикасының ҰҒА академигі **И. Тигиняну** (Молдова); мед. ғ. докторы, проф. **Иозеф Банас** (Польша)

Главный редактор

академик НАН РК

Г. М. Мутанов

Редакционная коллегия:

доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **А.А. Ашимов**; доктор техн. наук, проф., академик НАН РК **Ж.Ж. Байгунчеков**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **А.С. Джумадильдаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **Т.Ш. Кальменов**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **Б.Н. Мукашев**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **М.О. Отелбаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **Н.Ж. Такибаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **С.Н. Харин**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.Е. Абишев**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Ж.Ш. Жантаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.Н. Калимолдаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **В.Н. Косов**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Т.А. Мусабаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Р. Ойнаров**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Т.С. Рамазанов** (заместитель главного редактора); доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Н.М. Темирбеков**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **У.У. Умирбаев**

Редакционный совет:

академик НАН Украины **И.Н. Вишневский** (Украина); академик НАН Украины **А.М. Ковалев** (Украина); академик НАН Республики Беларусь **А.А. Михалевич** (Беларусь); академик НАН Азербайджанской Республики **А. Пашаев** (Азербайджан); академик НАН Республики Молдова **И. Тигиняну** (Молдова); д. мед. н., проф. **Иозеф Банас** (Польша)

«Известия НАН РК. Серия физико-математическая». ISSN 1991-346X

Собственник: РОО «Национальная академия наук Республики Казахстан» (г. Алматы)

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации и архивов Министерства культуры и информации Республики Казахстан №5543-Ж, выданное 01.06.2006 г.

Периодичность: 6 раз в год.

Тираж: 300 экземпляров.

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, ком. 219, 220, тел.: 272-13-19, 272-13-18,

www.nauka-nanrk.kz / physics-mathematics.kz

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2016

Адрес типографии: ИП «Аруна», г. Алматы, ул. Муратбаева, 75.

Editor in chief

G. M. Mutanov,
academician of NAS RK

Editorial board:

A.A. Ashimov, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **Zh.Zh. Baigunchekov**, dr. eng. sc., prof., academician of NAS RK; **A.S. Dzhumadildayev**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **T.S. Kalmenov**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **B.N. Mukhashev**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **M.O. Otelbayev**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **N.Zh. Takibayev**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **S.N. Kharin**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **M.Ye. Abishev**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **Zh.Sh. Zhantayev**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **M.N. Kalimoldayev**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **V.N. Kosov**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **T.A. Mussabayev**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **R. Oinarov**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **T.S. Ramazanov**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK (deputy editor); **N.M. Temirbekov**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **U.U. Umirbayev**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK

Editorial staff:

I.N. Vishnievski, NAS Ukraine academician (Ukraine); **A.M. Kovalev**, NAS Ukraine academician (Ukraine); **A.A. Mikhalevich**, NAS Belarus academician (Belarus); **A. Pashayev**, NAS Azerbaijan academician (Azerbaijan); **I. Tighineanu**, NAS Moldova academician (Moldova); **Joseph Banas**, prof. (Poland).

News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Physical-mathematical series.
ISSN 1991-346X

Owner: RPA "National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan" (Almaty)

The certificate of registration of a periodic printed publication in the Committee of information and archives of the Ministry of culture and information of the Republic of Kazakhstan N 5543-Ж, issued 01.06.2006

Periodicity: 6 times a year

Circulation: 300 copies

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, 220, Almaty, 050010, tel. 272-13-19, 272-13-18,
www.nauka-nanrk.kz / physics-mathematics.kz

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2016

Address of printing house: ST "Aruna", 75, Muratbayev str, Almaty

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES

ISSN 1991-346X

Volume 2, Number 306 (2016), 21–29

UDC 536.46.:532.517.4

**STUDY OF COAL MOISTURE
ON THE COMBUSTION PROCESS BY 3D MODELING****A. Askarova, S. Bolegenova, S. Bolegenova, V. Maximov,
A. Yergaliyeva, Z. Gabitova, A. Boranbaeva**Al-Farabi Kazakh national university, Almaty, Kazakhstan
bolegenova.symbat@kaznu.kz**Keywords:** moisture of coal, coal-dust flame, burning, thermal power, heat and mass transfer.

Abstract. Studies of various chemical processes in the gas environment are relevant today, as discussed in many areas of science and technology, and are of great practical interest for researchers and engineers. This article presents the results of numerical simulations to study the effect of humidity Ekibastuz coal burned in the combustion chamber of Kazakhstan Aksu TPP processes of heat and mass transfer. This paper presents graphs of the distribution of characteristics such as temperature, concentration of carbon monoxide and nitric oxide in height of the combustion chamber. The methodology of work is - the method of mathematical modeling, which was conducted with the help of the application package FLOREAN. This software package was used for the base of numerical studies and was complemented by our new computer program GEOM. It is shown that an increase in humidity leads to a decrease in fuel temperature and average concentration of carbon dioxide in the combustion chamber, as well as to reduce the concentration of carbon monoxide CO and nitrogen oxide NO in active combustion. The results obtained in this study allow to make recommendations for optimizing the combustion process of high-pulverized coal to reduce emissions and the establishment of power plants to "clean" and effective use of coal.

УДК 536.46.:532.517.4

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВЛАЖНОСТИ УГЛЯ
НА ПРОЦЕСС ГОРЕНИЯ МЕТОДАМИ 3-D МОДЕЛИРОВАНИЯ****А.С. Аскарова, С.А. Болегенова, С.А. Болегенова,
В.Ю. Максимов, А.Б. Ергалиева, З.Х. Габитова, А.Е. Боранбаева**

Казахский Национальный университет имени аль-Фараби, г.Алматы, Казахстан

Ключевые слова: влажность угля, пылеугольный факел, горение, тепловая электростанция, тепломассоперенос.

Аннотация. Исследования различных химических процессов в газовой среде являются актуальными на сегодняшний день, поскольку рассматриваются во многих областях науки и техники, и представляют огромный практический интерес у исследователей и инженеров. В данной статье представлены результаты численного моделирования по исследованию влияния влажности сжигаемого Экибастузского угля в топочной камере Аксуской ГРЭС Казахстана на процессы тепломассопереноса. Представлены графики распределения таких характеристик, как температура, концентрации оксидов углерода и оксида азота по высоте топочной камеры. Методологию работы составил – метод математического моделирования, который проводился с помощью пакета прикладных программ FLOREAN. Этот пакет программ был использован для основы численных исследований и был дополнен нами новой компьютерной программой GEOM. Показано, что увеличение влажности топлива ведет к уменьшению средних значений температуры и концентрации двуокиси углерода в топочной камере, а также к уменьшению концентрации окиси углерода CO и оксидов

азота NO в области активного горения. Результаты, полученные в данной работе, позволят дать рекомендации по оптимизации процесса горения высокосольного пылеугольного топлива с целью уменьшения выбросов вредных веществ и создания электростанций на "чистом" и эффективном использовании угля.

Как известно, влажность топлива является балластом, который существенно снижает эффективность его сжигания. Однако проведенные группами ученых исследования [1-3] по сжиганию углей различной влажности показали необходимость более полного исследования.

Численное моделирование на сегодняшний день является достаточно эффективным методом прогнозирования поведения сложных для аналитического исследования систем, одной из которых является сжигание низкосортных углей в камерах сгорания котлов ТЭС. Компьютерное моделирование позволяет получать исследуемые качественные и количественные характеристики процесса, а также отклик системы на изменения ее параметров и начальных условий [4-7]. Основными этапами процесса моделирования являются: 1) этап предметного моделирования, состоящий из формулировки основных законов, правил и приближений; 2) этап математического моделирования – описание основных уравнений; 3) этап компьютерного моделирования, включающий в себя математические вычисления и графическую интерпретацию полученных данных.

Численное моделирование проводилось с помощью пакета прикладных программ FLOREAN [8-9] на основе трехмерных уравнений конвективного тепло- и массопереноса для предсказания влияния влажности угля на общую работу топочной камеры и формирование продуктов сгорания. Этот пакет программ был использован для основы численных исследований и был дополнен нами новой компьютерной программой GEOM, которая пишется всегда при выборе нового объекта исследования (топочная камера), с учетом геометрии, размеров горелочных устройств, их формы и расположением в пространстве камеры сгорания [10-15]. В этой компьютерной программе учитываются все характеристики сложного реального физико-химического процесса в выбранном нами объекте исследования и задаются граничные условия для решения выбранной задачи исследования, адекватно отражающие этот процесс [16-17].

Математическая модель, описывающая процессы турбулентного теплопереноса, выглядит следующим образом [8-11]:

а) Уравнение неразрывности:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} = - \frac{\partial(\rho u_j)}{\partial x_j}, \quad (1)$$

б) Уравнение движения:

с)

$$\frac{\partial(\rho u_j)}{\partial t} = - \frac{\partial(\rho u_i u_j)}{\partial x_j} + \frac{\partial \tau_{i,j}}{\partial x_j} - \frac{\partial p}{\partial x_j} + \rho f_i, \quad (2)$$

здесь: f_i – объемные силы; $\tau_{i,j}$ – тензор вязких напряжений.

д) Уравнение энергии:

е)

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial t}(\rho h) = & - \frac{\partial}{\partial x_i}(\rho u_i h) - \frac{\partial q_i^{res}}{\partial x_j} + \\ & + \frac{\partial p}{\partial t} + u_i \frac{\partial p}{\partial x_i} + \tau_{i,j} \frac{\partial u_j}{\partial x_i} + S_q, \end{aligned} \quad (3)$$

здесь: h – энтальпия; q_i^{res} – плотность потока энергии за счет молекулярного переноса тепла, S_q – источник энергии.

ф) Закон сохранения для компоненты вещества:

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho c_n) + \frac{\partial}{\partial x_i}(\rho u_i c_n) = \frac{\partial}{\partial x_i} \left[\frac{\mu_{eff}}{\sigma_{c_n,eff}} \frac{\partial c_n}{\partial x_i} \right] + S_{c_n}, \quad (4)$$

где S_{c_n} - источниковый член, учитывающий вклад химических реакций в изменение концентрации компонентов.

g) Стандартная k-ε модель турбулентности:

h)

$$\frac{\partial(\overline{\rho k})}{\partial t} = -\frac{\partial(\overline{\rho u_j k})}{\partial x_j} + \frac{\partial}{\partial x_j} \left[\frac{\mu_{eff}}{\sigma_k} \frac{\partial k}{\partial x_j} \right] + P - \rho \varepsilon, \quad (5)$$

где P – производство кинетической энергии турбулентности, которое определяется следующим соотношением:

$$P = \left[\mu_{turb} \left(\frac{\partial \overline{u_i}}{\partial x_j} + \frac{\partial \overline{u_j}}{\partial x_i} \right) \right] \frac{\partial \overline{u_i}}{\partial x_j} - \left[\frac{2}{3} \rho k \delta_{ij} \right] \frac{\partial \overline{u_i}}{\partial x_j} \quad (6)$$

и уравнение для диссипации турбулентной кинетической энергии ε :

$$\frac{\partial(\overline{\rho \varepsilon})}{\partial t} = -\frac{\partial(\overline{\rho u_j \varepsilon})}{\partial x_j} + \frac{\partial}{\partial x_j} \left[\frac{\mu_{eff}}{\sigma_\varepsilon} \frac{\partial \varepsilon}{\partial x_j} \right] + C_{\varepsilon,1} \frac{\varepsilon}{k} P - C_{\varepsilon,2} \frac{\varepsilon^2}{k} \overline{\rho}, \quad (7)$$

здесь, $\overline{\rho \varepsilon}$ – преобразование кинетической энергии пульсационного движения во внутреннюю энергию (диссипация):

$$\overline{\rho \varepsilon} = \mu_{turb} \cdot \frac{\partial u'_i}{\partial x_j} \cdot \left(\frac{\partial u'_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u'_j}{\partial x_i} \right). \quad (8)$$

В этих уравнениях используются соответствующие турбулентные числа Прандтля σ_k , σ_ε , которые являются эмпирическими константами для моделирования турбулентных процессов обмена энергии.

В качестве объекта исследований был выбран реальный промышленный паровой котел ПК-39, установленный на Аксуской ГРЭС (Казахстан) с размерами 7,762м*10,76м*29,985м. Камера сгорания котла оснащена 12 вихревыми пылеугольными горелками, расположенными на 2 ярусах. Схема камеры сгорания котла и разбивка ее на контрольные объемы представлена на рисунке 1.

На рисунках 2-5 представлены результаты вычислительных экспериментов по исследованию тепломассопереноса с учетом различного значения содержания влаги в топливе. Как можно заметить, качественно приведенные характеристики не меняются в зависимости от влажности, однако, можно заметить, что кривые на этих рисунках отличаются в количественном отношении.

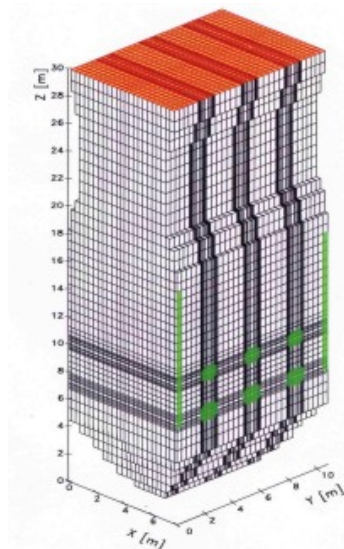


Рисунок 1 – Камера сгорания котла ПК-39

Наряду с результатами вычислительного эксперимента, на рисунке 2 представлены результаты натурального эксперимента на ТЭС [18] для угля с влажностью, равной 7%. Мы видим, что характер изменения экспериментальной и расчетных (вычислительный эксперимент) кривых совпадает. Можно видеть наличие минимумов кривых в областях расположения пояса горелок, что связано с низкой температурой аэросмеси (150°C), подаваемой через эти горелки. Максимальных значений температура достигает в центральной части топочной камеры, там, где находится ядро факела. По мере продвижения к выходу из топочной камеры, поле температуры выравнивается, а значения уменьшаются.

Наибольшие различия между расчетными и экспериментальными данными (рисунок 2) наблюдаются при воспламенении угольного факела. Это можно объяснить неустойчивым характером процесса горения в этой области и соответственно различием между реальными физическими условиями воспламенения пылеугольной смеси и математической моделью, описывающей процесс горения твердого топлива в этой области.

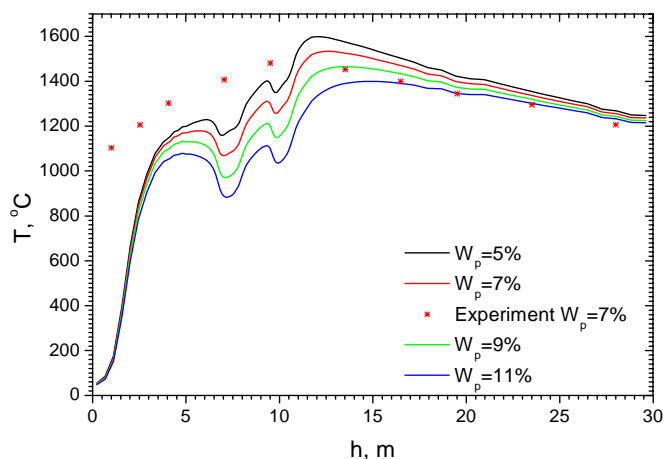


Рисунок 2 – Распределение температуры по высоте топочной камеры при сжигании угля различной влажности в топочной камере котла ПК-39 Аксуйской ГРЭС

Анализируя кривые рисунка 2, следует отметить, что увеличение влажности топлива ведет к уменьшению средней температуры в топочной камере. Это можно объяснить тем, влажность топлива уменьшает его тепловую ценность, так как для превращения 1 кг воды в пар необходимо затратить 2,5 МДж теплоты.

Наибольшие различия между температурными кривыми для угля разной влажности можно заметить внутри топочной камеры в области пояса горелок. На выходе из топочной камеры различия в значениях температуры для углей, влажность которых меняется от 5% до 11%, уменьшаются и составляют не более 35°C.

В результате проведения вычислительных экспериментов по сжиганию Экибастузского угля были рассчитаны концентрационные поля вредных пылегазовых продуктов сгорания. На рисунках 3-5 представлены графики распределения концентраций оксидов углерода CO и CO₂ и оксида азота NO.

Анализ рисунка 3 показывает, что формирование окиси углерода происходит главным образом в основной части факела, там, где средняя его температура достигает своих максимальных значений. Причем с уменьшением содержания влаги в угле максимум концентрации CO возрастает и смещается к области расположения горелок. По мере продвижения к выходу из топки, концентрация окиси углерода уменьшается.

Таким образом, увеличение влажности топлива приводит к уменьшению концентрации окиси углерода CO в области активного горения, что совпадает с экспериментальными данными, приведенными в работах [1,18]. Это можно объяснить тем, что при невысоких температурах преобладает реакция реагирования углерода топлива с кислородом воздуха с образованием диоксида углерода, однако при повышении температуры начинает протекать реакция между углем и образовавшимся диоксидом углерода.

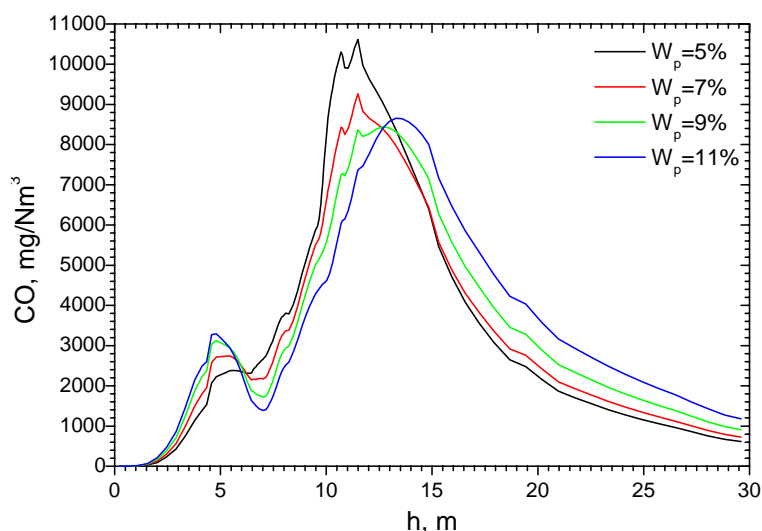


Рисунок 3 – Распределение концентрации CO по высоте топочной камеры котла ПК-39 Аксуйской ГРЭС при сжигании угля различной влажности

На рисунке 4 представлено распределение средних значений концентрации CO₂ в каждом сечении по высоте топочного пространства. Можно видеть, что увеличение влажности приводит к уменьшению концентрации двуокиси углерода, что связано с температурными условиями процесса. А это в свою очередь создает худшие условия для реакции, связанной с догоранием CO до CO₂. Вследствие этого значение концентрации диоксида углерода CO₂ на выходе из топки с увеличением влажности топлива уменьшается.

Здесь же, на рисунке 4, нанесены результаты эксперимента, проведенного непосредственно на ТЭС [18]. Мы видим, что наибольшие различия в результатах вычислительного и натурального экспериментов наблюдаются в области воспламенения горючей смеси, что связано с неустойчивостью горения и различием между моделируемыми и экспериментальными условиями для воспламенения аэросмеси.

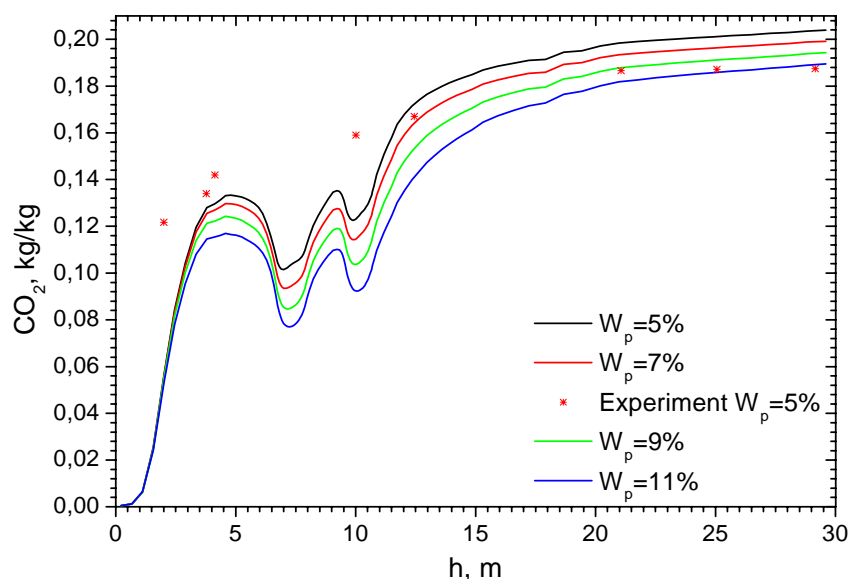


Рисунок 4 – Распределение концентрации CO₂ по высоте топочной камеры котла ПК-39 Аксуйской ГРЭС при сжигании угля различной влажности

На рисунке 5 показано поле концентрации оксида азота NO по высоте топочной камеры котла ПК-39 Аксуйской ГРЭС для различного значения содержания влаги в топливе. Из рисунка можно видеть, что наибольшие различия в средних концентрациях приходятся на центральную часть топки, где расположены горелочные устройства. Формирование оксида азота осуществляется в результате окисления азота, содержащегося в топливе, а также азота атмосферного воздуха. Здесь увеличение влажности угля приводит к уменьшению концентрации NO, что подтверждается исследованиями, описанными в работах [1,3,18]. Однако можно заметить, что к выходу из топки поля концентрации окиси азота выравниваются и различия в концентрациях согласно таблице 1 составляют порядка 3-18 мг/Нм³.

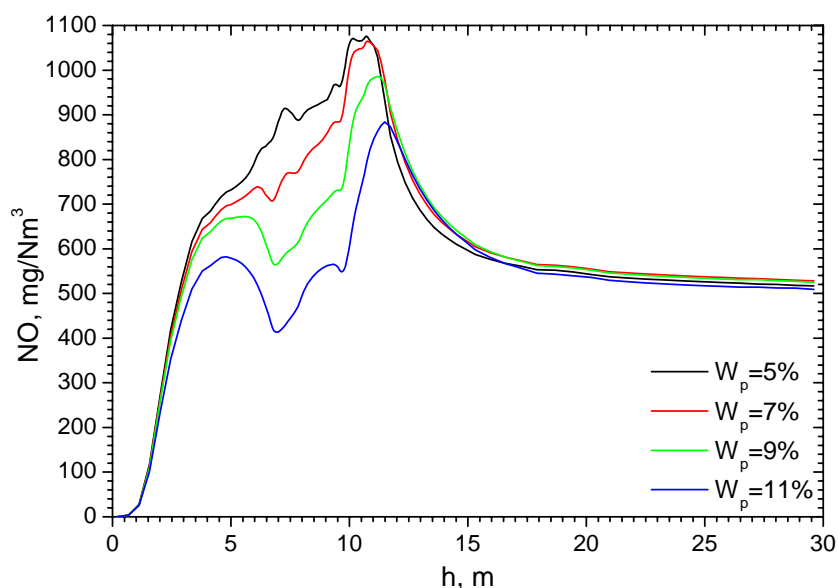


Рисунок 5 – Распределение концентрации NO по высоте топочной камеры котла ПК-39 Аксуйской ГРЭС при сжигании угля различной влажности

Таблица 1 – Распределение средних значений температуры, концентраций CO, CO₂ и NO в сечении нижнего яруса горелок для различных значений влажности топлива

Хар-ки	Влажность, W _p			
	5%	7%	9%	11%
T, °C	1178,86	1079,82	976,46	885,72
CO, мг/Нм ³	2938,94	2391,9	1912,79	1550,57
CO ₂ , кг/кг	0,104	0,094	0,085	0,077
NO, мг/Нм ³	914,58	766,67	589,49	431,33

Таблица 2 – Распределение средних значений температуры, концентраций CO, CO₂ и NO на выходе из топочной камеры для различных значений влажности топлива

Хар-ки	Влажность, W _p			
	5%	7%	9%	11%
T, °C	1247,9	1236,1	1225,0	1214,6
CO, мг/Нм ³	614,4	724,5	907,4	1183,1
CO ₂ , кг/кг	0,204	0,199	0,194	0,189
NO, мг/Нм ³	516,97	527,79	524,78	509,25

В результате проведенных исследований было показано, что увеличение влажности топлива ведет к уменьшению средней температуры и концентрации двуокиси углерода CO₂ в топочной камере, а также к уменьшению концентрации окиси углерода CO в области активного горения. С уменьшением содержания влаги в угле максимум концентрации CO возрастает и смещается к области расположения горелок. К выходу из топочного пространства концентрация окиси углерода уменьшается. Также показано, что увеличение влажности угля приводит к уменьшению концентрации NO в центральной части топочной камеры. Наибольшие различия в результатах вычислительного и натурального экспериментов наблюдаются в области воспламенения горючей смеси. Значения концентраций CO, CO₂ и NO, которые являются основными веществами загрязняющими атмосферу, на выходе из топочного пространства не превышают норм ПДК, принятых в Республике Казахстан.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Исаков Р.Т., Энгельшт В.С. Термодинамический анализ влияния влажности на горение углерода, Вестник ИГУ, 2002, №. 8, С. 75-83.
- [2] Ryoichi Kurose, Hiroaki Watanabe, Hisao Makino. Numerical Simulations of Pulverized Coal Combustion, KONA Powder Particle J., 27 (2009), pp. 144–156.
- [3] Пинчук В. А., Потапов Б. Б., Шарабура Т. А. Использование термодинамических показателей для оценки энергетической и технологической ценности различных марок углей, Металлургическая теплотехника. Сборник научных трудов Национальной металлургической академии Украины, Днепрпетровск: ПП Грек ОС, 2008, С. 228-235.
- [4] Askarova A. S., Messerle V. E., Ustimenko A. B. et al. Numerical simulation of the coal combustion process initiated by a plasma source // Thermophysics and Aeromechanics. – Vol. 21, Issue 6, 2014. – P. 747-754.
- [5] Messerle V. E., Ustimenko A. B. et al. Pulverized coal torch combustion in a furnace with plasma-coal system // Thermophysics and Aeromechanics. – Vol. 17, Issue 6, 2010. – P.435-444.
- [6] Karpenko E I; Lavrishcheva, Y. I., Messerle V.E. et al. Plasma-supported coal combustion in boiler furnace // IEEE Transactions on Plasma Science. – Vol. 35, Issue 6, 2007. – P. 1607-1616.
- [7] Karpenko E.I, Messerle V. E. Ustimenko A.B. et al. Plasma enhancement of combustion of solid fuels // HIGH ENERGY CHEMISTRY. – Vol. 40, Issue 2, 2006. – P. 111-118.
- [8] Müller, H. Numerische simulation von Feuerungen. CFD–Vorlesung, TU. – Braunschweig: IWBT, 1997. – 8–12 s
- [9] Leithner, R. Numerical Simulation. Computational Fluid Dynamics CFD: Course of Lecture. – Braunschweig, 2006. - 52 p.
- [10] Askarova, A. S., Bolegenova, S. A., Maximov, V. Yu. et al. Computational method for investigation of solid fuel combustion in combustion chambers of a heat power plant // High Temperature. – Vol. 53, Issue 5, 2015. – P. 751-757.
- [11] Safarik P., Bolegenova, S., Maximov V. et al. Numerical Modeling of Pulverized Coal Combustion at Thermal Power Plant Boilers // Journal of Thermal Science. – Vol. 24, Issue 3, 2015. – P. 275-282.
- [12] Messerle V. E., Ustimenko A. B., Bolegenova S.A. et al. Numerical simulation of pulverized coal combustion in a power boiler furnace // High Temperature. –Vol. 53, Issue 3, 2015. – P. 445-452.
- [13] Karpenko, E. I., Karpenko, Yu. E., Messerle, V. E. et al. Mathematical modelling of the processes of solid fuel ignition and combustion at combustors of the power boilers // Theory and Practice of Energetic Materials. – Vol. VII, 2007. – P. 672-683.
- [14] Bolegenova S.A., Bekmuhamet A., Maximov V.Yu. et al.. Numerical research of aerodynamic characteristics of combustion chamber BKZ-75 mining thermal power station // Procedia Engineering. - ISSN 1877-7058. – Vol.42, 2012. – P. 1250-12-59.
- [15] Bolegenova S., Bekmukhamet A., Maximov Yu.V. et al. Investigation of turbulence characteristics of burning process of the solid fuel in BKZ 420 combustion chamber // WSEAS Transactions on Heat and Mass Transfer. - Volume 9, 2014. - P. 39-50.

[16] Askarova A., Bolegenova S., Bekmukhamet A. et al. Using 3D modeling technology for investigation of conventional combustion mode of BKZ-420-140-7c combustion chamber // Journal of Engineering and Applied Sciences. – Vol. 9, Issue 1, 2014. – P. 24-28.

[17] Bolegenova S.A., Maximov Yu.V Bekmukhamet A. et al. Numerical modeling of turbulence characteristics of burning process of the solid fuel in BKZ-420-140-7c combustion chamber // International Journal of Mechanics. - ISSN: 1998-4448. - Volume 8, 2014. - P. 112-122.

[18] Алияров Б.К., Алиярова М.Б. Сжигание казахстанских углей на ТЭС и на крупных котельных: опыт и проблемы, Алматы, 2012, 306 с.

REFERENCES

[1] Iskakov R.T., Engelsht V.S. Thermodynamic analysis of the effect of moisture on the carbon burning, Herald ISU 2002, number. 8, pp 75-83 (in rus)

[2] Ryoichi Kurose, Hiroaki Watanabe, Hisao Makino. Numerical Simulations of Pulverized Coal Combustion, *KONA Powder Particle J.*, **2009**, 27, 144–156 (in eng)

[3] Pinchuk V.A., Potapov B.B., Sharabura T.A. Using thermodynamic parameters for the evaluation of energy technology and the value of different grades of coal, metallurgical heat engineering. Collection of scientific works of the National Metallurgical Academy of Ukraine, Dnepropetrovsk: PP Greek OS 2008, pp 228-235 (in rus)

[4] Askarova A. S., Messerle V. E., Ustimenko A. B. et al. Numerical simulation of the coal combustion process initiated by a plasma source. *Thermophysics and Aeromechanics*, **2014**, 21(6),747-754 (in eng)

[5] Messerle V. E., Ustimenko A. B. et al. Pulverized coal torch combustion in a furnace with plasma-coal system. *Thermophysics and Aeromechanics*, **2010**, 6,435-444 (in eng)

[6] Karpenko E I; Lavrishcheva, Y. I., Messerle V.E. et al. Plasma-supported coal combustion in boiler furnace. *IEEE Transactions on Plasma Science*, **2007**, 6, 1607-1616 (in eng)

[7] Karpenko E.I, Messerle V. E. Ustimenko A.B. et al. Plasma enhancement of combustion of solid fuels. *HIGH ENERGY CHEMISTRY*, **2006**, 2, 111-118 (in eng)

[8] Müller, H. Numerische simulation von Feuerungen. *CFD–Vorlesung, TU. – Braunschweig: IWBT*, **1997**, 8–12 (in ger)

[9] Leithner, R. Numerical Simulation. Computational Fluid Dynamics CFD: *Course of Lecture. – Braunschweig*, **2006**, 52 (in eng)

[10] Askarova, A. S., Bolegenova, S. A., Maximov, V. Yu. et al. Computational method for investigation of solid fuel combustion in combustion chambers of a heat power plant. *High Temperature*, **2015**, 5, 751-757 (in eng)

[11] Safarik P., Bolegenova, S., Maximov V. et al. Numerical Modeling of Pulverized Coal Combustion at Thermal Power Plant Boilers. *Journal of Thermal Science*, **2015**, 3, 275-282 (in eng)

[12] Messerle V. E., Ustimenko A. B., Bolegenova S.A. et al. Numerical simulation of pulverized coal combustion in a power boiler furnace. *High Temperature*, **2015**, 3, 445-452 (in eng)

[13] Karpenko, E. I., Karpenko, Yu. E., Messerle, V. E. et al. Mathematical modelling of the processes of solid fuel ignition and combustion at combustors of the power boilers. *Theory and Practice of Energetic Materials*, **2007**, VII, 672-683 (in eng)

[14] Bolegenova S.A., Bekmuhamet A., Maximov V.Yu. et al.. Numerical research of aerodynamic characteristics of combustion chamber BKZ-75 mining thermal power station. *Procedia Engineering*, **2012**, 42, 1250-12-59 (in eng)

[15] Bolegenova S., Bekmukhamet A., Maximov Yu.V. et al. Investigation of turbulence characteristics of burning process of the solid fuel in BKZ 420 combustion chamber. *WSEAS Transactions on Heat and Mass Transfer*, **2014**, 9, 39-50 (in eng)

[16] Askarova A., Bolegenova S., Bekmukhamet A. et al. Using 3D modeling technology for investigation of conventional combustion mode of BKZ-420-140-7c combustion chamber. *Journal of Engineering and Applied Sciences*, **2014**, 9(1), 24-28 (in eng)

[17] Bolegenova S.A., Maximov Yu.V Bekmukhamet A. et al. Numerical modeling of turbulence characteristics of burning process of the solid fuel in BKZ-420-140-7c combustion chamber. *International Journal of Mechanics*, **2014**, 8, 112-122 (in eng)

[18] Aliyarov B.K., Aliyarova M.B. Burning Kazakh coal to the power station and large boilers: experience and problems, Almaty, 2012, 306 p. (in rus)

3-D МОДЕЛЬДЕУ ӘДІСТЕРІМЕН ЖАНУ ПРОЦЕСІНЕ КӨМІРДІҢ ЫЛҒАЛДЫЛЫҒЫНЫҢ ЗИЯНЫН ЗЕРТТЕУ

А.С. Аскарова, С.А. Болегенова, С.А. Болегенова,
В.Ю. Максимов, А.Б. Ергалиева, З.Х. Габитова, А.Е. Боранбаева

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан

Түйін сөздер: көмір ылғалдылығы, шантозанды алау, жану, жылу электростанциясы, жылумассаалмасу.

Аннотация. Газдық ортадағы түрлі химиялық процестерді зерттеу қазіргі уақытта өзекті болып отыр, себебі ғылым мен техниканың көп салаларында қарастырылады және зерттеушілер мен инженерлердің тәжірибелік қызығушылығына ие. Бұл мақалада Қазақстанның Ақсу МАЭС-ның жану камерасында жағылатын Екібастұз көмірі ылғалдылығының жылумассаалмасу процестеріне әсерін зерттеу бойынша сандық модельдеудің нәтижелері келтірілген. Жану камерасының биіктігі бойынша температура, көміртегі тотықтарының және азот тотықтарының шоғырлануы сияқты сипаттамалардың таралу графиктері көрсетілген. Жұмыс әдіснамасын - FLOREAN қолданбалы бағдарламалар пакеті көмегімен жүргізілген математикалық модельдеу әдісі құрды. Осы бағдарламалар пакеті сандық зерттеу негізі үшін

қолданылды және оны жаңа GEOM компьютерлік бағдарламасымен толықтырдық. Отын ылғалдылығының артуы температураның орташа мәндерінің және жану камерасындағы көміртегі қосқышқылының шоғырлануының төмендеуіне, сонымен қатар белсенді жану облысындағы көміртегі тотығы СО және азот оксидтері NO шоғырлануының төмендеуіне әкелетіні көрсетілген. Жұмыстың нәтижелері зиянды заттардың шығарылуын төмендету, көмірді "таза" және тиімді қолданатын электростанцияларын құру мақсатында жоғары күлді шаңтозаңды отынды жағу процесін оңтайландыру бойынша ұсыныстар беруге мүмкіндік тудырады.

Поступила 15.03.2016 г.

МАЗМҰНЫ

Теориялық және тәжірибелік зерттеулер

<i>Буртебаев Н., Дүйсебаев А., Керимкулов Ж.К., Алимов Д.К., Юшков А.В., Жолдыбаев Т.К., Садықов Б., Мухамеджанов Е.С., Джансейтов Д.М., Сакута С.Б.</i> 50 және 60 МэВ энергиялы ^3He иондарының ^{14}N ядроларынан серпімді шашырауын зерттеу.....	5
<i>Алтынбеков Ш.</i> Өртекті топырақ консолидациясының бірөлшемді квазисызықты есебін напордың бастапқы градиенті әсерінде шешу әдісі туралы және оның шөгуді анықтау.....	10
<i>Асқарова А.С., Болегенова С.А., Болегенова С.А., Максимов В.Ю., Ергалиева А.Б., Габитова З.Х., Боранбаева А.Е.</i> 3-D Модельдеу әдістерімен жану процесіне көмірдің ылғалдылығының зиянын зерттеу.....	21
<i>Асқарова Ә.С., Болегенова С.Ә., Болегенова С.Ә., Максимов В.Ю., Бекетаева М.Т.</i> ЖЭС жану камерасында көмірдің жануы кезінде NO_x түзілуі мен жойылуын екі кинетикалық механизм бойынша сандық моделдеу.....	29
<i>Асқарова Ә.С., Болегенова С.Ә., Болегенова С.Ә., Максимов В.Ю., Бекетаева М.Т.</i> Жану камерасының қабырға температурасы үшін берілген шекаралық шартының жану процесінің температуралық сипаттамаларына әсерін зерттеу.....	35
<i>Асқарова Ә., Болегенова С., Гороховский М., Оспанова Ш., Нұғьманова А., Утелов С.</i> Өр түрлі сұйық отындардың бүрку, тұтану және жану процестерін зерттеу	40
<i>Сапрыгина М.Б., Байсейтова У.С., Шалданбаев А.Ш., Оразов И.О.</i> Толқын теңдеуінің шартарапты есебінің тұрлауы шешілуі туралы.....	48
<i>Буртебаев Н., Керимкулов Ж.К., Демьянова А.С., Данилов А.Н., Джансейтов Д.М., Жолдыбаев Т.К., Алимов Д.К.</i> Оптикалық және фолдинг модельдер АЯСЫНДА 50 және 60 МЭВ энергияларда ^3He иондарының ^{13}C ядроларында серпімді шашырау процесстерін зерттеу.....	55
<i>Жұмбаев Д.С., Бакирова Э.А.</i> Импульс әсері бар фредгольм интегралдық- дифференциалдық теңдеулер үшін сызықты шеттік есептің бірімәнді шешілімділігінің коэффициенттік белгілері	61
<i>Өтебаев Ұ.Б., Есентаев Қ.Ө., Дархан Н.Д.</i> WEB -формалар құрудың технологиялары.....	72
<i>Жунусова Л.Х., Жунусов К.Х.</i> Тор теңдеулерінің итерациялық әдіспен шығару.....	79
<i>Қабылбеков К.А., Саидахметов П.А., Омаишова Г.Ш., Серикбаева Г.С., Сүйерқұлова Ж.Н.</i> Еркін механикалық тербелістерді зерттеуге арналған компьютерлік зертханалық жұмысты ұйымдастырудың бланкі үлгісі.....	84
<i>Қабылбеков К.А., Саидахметов П.А., Омаишова Г.Ш., Сүттібаева Д.И., Қозыбақова Г.Н.</i> Изобаралық процесті зерттеуге арналған компьютерлік зертханалық жұмысты ұйымдастырудың бланкі үлгісі.....	92
<i>Қабылбеков К.А., Омаишова Г.Ш., Саидахметов П.А., Нұрұллаев М.А., Артыгалин Н.А.</i> Карно циклімен жұмыс атқаратын қозғалтқышты зерттеуге арналған компьютерлік зертханалық жұмысты ұйымдастырудың бланкі үлгісі.....	98
<i>Түгелбаева Г.Т., Канибекова А. Е.</i> Білім негіздерін физика сабақтарына енгізу әдісін жүйелік талдау.....	104
<i>Қойишева Т.К., Қожамқұлова Ж.Ж., Базарбаева А.И., Бегимбетова Х.А.</i> Объектіге-бағытталған жүйе болашақ маманның ақпараттық-логикалық құзыреттілігін қалыптастыру факторы ретінде.....	108
<i>Қойишева Т.К., Байтерекова А.И., Салғараева М.И.</i> Болашақ мұғалімдерді кәсіби дайындауда қолданылатын объектілі-бағдарлы жобалаудың теориялық негіздері.....	116
<i>Литвиненко Н.</i> Бағдарламалық R ортаның C# ортасына біріктірілуі.....	123
<i>Мақышов С.</i> Тұрақты м-туындаған сандар.....	128
<i>Минглибаев М.Ж., Прокопья А.Н., Бекетауов Б.А.</i> Массалары айнымалы шектелген үш дене мәселесінің эволюциялық теңдеуінің нақты шешімдері.....	133
<i>Орынбаев С.А., Молдахметов С.С., Байбутанов Б.К., Ешметов М.Б., Ауесжанов Д.С.</i> Жазықтық-импульстік модуляция негізінде көпдеңгейлі инвертор сатыларының қосылу әдістемелерін зерттеу	139
<i>Сапрыгина М.Б., Шалданбаев А.Ш., Оразов И.О., Байсейтова У.С.</i> Толқын теңдеуінің шартарапты есебінің вөлтерлі болуының үзілді – кесілді шарты.....	147
<i>Сураган Д.</i> Шаттен р-нормасы үшін бір теңсіздік туралы	153
<i>Темирбеков Н.М., Тураров А.К.</i> Газлифт үрдісінің бір өлшемді моделінің сандық шешімі	159
<i>Ахметова С.Т., Шалданбаев А.Ш., Шомабаева М.Т.</i> Аргументі ауытқыған жылу теңдеуінің шекаралық коши-нейман есебіне сәйкес оператордың спектрінің құрамы туралы.....	169
<i>Шомабаева М.Т., Шалданбаев А.Ш., Ахметова С.Т.</i> Аргументі ауытқыған жылу теңдеуінің жарталай бекітілген шекаралық есебіне сәйкес оператордың үзіксіз спектрі туралы	180
<i>Ұлағатты ұстаз туралы. Шерәлі Біләл.</i>	191

СОДЕРЖАНИЕ

Теоретические и экспериментальные исследования

<i>Буртебаев Н., Дуйсебаев А., Керимкулов Ж.К., Алимов Д.К., Юшков А.В., Жолдыбаев Т.К., Садыков Б., Мухамеджанов Е.С., Джансейтов Д.М., Сакута С.Б.</i> Исследование упругого рассеяния ионов ^3He на ядрах ^{14}N при энергиях 50 и 60 МэВ.....	5
<i>Алтынбеков Ш.</i> О методике решения одномерной квазилинейной задачи консолидации неоднородного грунта с учетом начального градиента напора и определение его осадка.....	10
<i>Аскарова А.С., Болегенова С.А., Болегенова С.А., Максимов В.Ю., Ергалиева А.Б., Габитова З.Х., Боранбаева А.Е.</i> Исследование влияния влажности угля на процесс горения методами 3-d моделирования.....	21
<i>Аскарова А.С., Болегенова С.А., Болегенова С.А., Максимов В.Ю., Бекетаева М.Т.</i> Численное моделирование образования и разложения NO_x по двум кинетическим механизмам при горении угольного топлива в топочной камере ТЭЦ.....	29
<i>Аскарова А.С., Болегенова С.А., Болегенова С.А., Максимов В.Ю., Бекетаева М.Т.</i> Исследование влияния граничного условия для температуры на стенках топочной камеры на температурные характеристики процесса горения.....	35
<i>Аскарова А., Болегенова С., Гороховский М., Оспанова Ш., Нугьманова А., Утелов С.</i> Исследование процессов распыла, воспламенения и горения различного вида жидкого топлива.....	40
<i>Сапрыгина М.Б., Байсейтова У.С., Шалданбаев А.Ш., Оразов И.О.</i> Толкын тендеуінің шартарапты есебінің тұрлаулы шешілуі туралы.....	48
<i>Буртебаев Н., Керимкулов Ж.К., Демьянова А.С., Данилов А.Н., Джансейтов Д.М., Жолдыбаев Т.К., Алимов Д.К.</i> Исследование процессов упругого рассеяния ионов ^3He на ядрах ^{13}C при энергиях 50 и 60 МэВ в рамках оптического и фолдинг моделей.....	55
<i>Джумабаев Д.С., Бакирова Э.А.</i> Коэффициентные признаки однозначной разрешимости линейной краевой задачи для интегро-дифференциальных уравнений фредгольма с импульсными воздействиями.....	61
<i>Утебаев У.Б., Есентаев К.У., Дархан Н.Д.</i> Технология создания web-форм.....	72
<i>Жунусова Л.Х., Жунусов К.Х.</i> Итерационные методы решения сеточных уравнений.....	79
<i>Кабылбеков К.А., Саидахметов П.А., Омашова Г.Ш., Серикбаева Г.С., Суйеркулова Ж.Н.</i> Модель бланка организации компьютерной лабораторной работы по исследованию свободных механических колебаний.....	84
<i>Кабылбеков К.А., Саидахметов П.А., Омашова Г.Ш., Суттибаева Д.И., Козыбакова Г.Н.</i> Модель бланка организации компьютерной лабораторной работы по исследованию изобарического процесса.....	92
<i>Кабылбеков К.А., Омашова Г.Ш., Саидахметов П.А., Нураллаев М.А., Артыгалин Н.А.</i> Модель бланка организации компьютерной лабораторной работы по исследованию двигателя, совершающего цикл Карно.....	98
<i>Түгелбаева Г.Т., Канибекова А. Е.</i> Системное обсуждение способов внедрения в уроки по физике основ знаний по экологии.....	104
<i>Койшиева Т.К., Кожамкулова Ж.Ж., Базарбаева А.И., Бегимбетова Х.А.</i> Объектно-ориентированные системы как фактор формирования информационно-логической компетентности будущих специалистов.....	108
<i>Койшиева Т.К., Байтерекова А.И., Салгараева М.И.</i> Теоретические основы объектно-ориентированного проектирования, применимые для профессиональной подготовки будущих учителей.....	116
<i>Литвиненко Н.</i> Интеграция программной среды R в среду C#.....	123
<i>Макышов С.</i> Неподвижные m-порожденные числа.....	128
<i>Минглибаев М.Ж., Прокопья А.Н., Бекетауов Б.А.</i> Точные решения эволюционных уравнений в ограниченной задаче трех тел с переменными массами.....	133
<i>Орынбаев С.А., Молдахметов С.С., Байбутанов Б.К., Ешметов М.Б., Ауесжанов Д.С.</i> Исследование методик коммутации ступеней многоуровневого инвертора на основе широтно-импульсной модуляции.....	139
<i>Сапрыгина М.Б., Шалданбаев А.Ш., Оразов И.О., Байсейтова У.С.</i> Критерии вольтерровости нелокальной краевой задачи волнового уравнения.....	147
<i>Сураган Д.</i> Об одном неравенстве p-нормы в классе Шаттена.....	153
<i>Темірбеков Н. М., Тураров А. К.</i> Численное решение одномерной модели газлифтного процесса.....	159
<i>Ахметова С.Т., Шалданбаев А.Ш., Шомабаева М.Т.</i> О структуре спектра краевой задачи Коши-неймана для уравнения теплопроводности с отклоняющимся аргументом.....	169
<i>Шомабаева М.Т., Шалданбаев А.Ш., Ахметова С.Т.</i> О непрерывном спектре оператора полужакрепленной краевой задачи для уравнения теплопроводности с отклоняющимся аргументом.....	180
<i>Юбилей Ашуралиев Аллаберен</i>	191

CONTENTS

Theoretical and experimental researches

<i>Burtebayev N., Duisebayev A., Kerimkulov Zh.K., Alimov D.K., Yushkov A.V., Zholdybayev T.K., Sadikov B., Mukhamejanov Y.S., Janseitov D.M., Sakuta S.B.</i> Investigation of the elastic scattering of ^3He ions on ^{14}N at energies 50 and 60 MeV.....	5
<i>Altynbekov Sh.</i> On the method of solving one-dimensional quasilinear problem of consolidation of non homogeneous soil with the initial gradient of pressure and determination of its sediment.....	10
<i>Askarova. A., Bolegenova S., Bolegenova S., Maximov V., Yergaliyeva A., Gabitova Z., Boranbaeva A.</i> Study of coal moisture on the combustion process by 3d modeling.....	21
<i>Askarova A.S., Bolegenova S.A., Bolegenova S.A., Maximov V.Yu., Beketayeva M.T.</i> Numerical modeling of formation and destruction of NO_x by TWO kinetic mechanisms during combustion of fossil fuel in the furnace of CHP.....	29
<i>Askarova A.S., Bolegenova S.A., Bolegenova S.A., Maximov V.Yu., Beketayeva M.T.</i> Study of the boundary conditions influence for the temperature on the walls of the combustion chamber in the temperature characteristics of the burning process.....	35
<i>Askarova A., Bolegenova S., Gorokhovski M., Ospanova Sh., Nugymanova A., Utelov S.</i> Investigation of atomization, ignition and combustion processes of different types of liquid fuel.....	40
<i>Saprygina M.B., Bayseytova U.S., Shaldanbayev A.Sh., Orazov I.O.</i> About regular resolvability of nonlocal boundary value problem of the wave equation.....	48
<i>Burtebayev N., Kerimkulov Zh.K., Demyanova A.S., Danilov A.N., Janseitov D.M., Zholdybayev T.K., Alimov D.K.</i> Investigation of elastic scattering of ^3He ions from ^{13}C nuclei at 50 and 60 MeV in optical and folding model.....	55
<i>Dzhumabaev D.S., Bakirova E.A.</i> Coefficient conditions for the unique solvability of linear boundary value problem for fredholm integro-differential equation with impulse effects.....	61
<i>Utebaev U.B., Yessentayev K.U., Darkhan N.D.</i> Technology of creation of web-form.....	72
<i>Zhunussova L., Zhunussov K.</i> Iterative methods for solving difference equations.....	79
<i>Kabyrbekov K.A., Saidakhmetov P.A., Omashova G.SH., Serikbaeva G.S., Suyerkulova ZH.N.</i> Model of the form of the organisation of computer laboratory operation of the free mechanical oscillations.....	84
<i>Kabyrbekov K.A., Saidakhmetov P.A., Omashova G.SH., Suttibaeva D.I., Kozybakova G.N.</i> Model of the form of the organisation of computer laboratory operation of isobaric process.....	92
<i>Kabyrbekov K.A., Omashova G.SH., Saidakhmetov P.A., Nurullaev M.A., Artygalin N.A.</i> Model of the form of the organization of computer laboratory operation on examination of the drive making the carnot cycle.....	98
<i>Tygelbaeva G.T., Kanibekova A. E.</i> System discussion of methods of introduction in lessons on physics bases of knowledge on ecology.....	104
<i>Koishieva T.K., Kozhamkulova Zh.Zh., Bazarbaeva A.I., Begimbetova A.</i> Object-oriented system as the factor of formation of information-logical competence of future professionals.....	108
<i>Koishieva T.K., Baiterekova A.I., Salgaraeva M.I.</i> Theoretical bases of object-oriented design, applicable for vocational training of future teachers.....	116
<i>Litvinenko N.</i> Integration of R software environment in C# software environment.....	123
<i>Makyshov S.</i> Stationary m-digitaddition numbers.....	128
<i>Minglibayev M.Dzh., Prokopenya A.N., Beketauov B.A.</i> Exact solutions of evolution equations in restricted three-body problem with variable mass.....	133
<i>Orynbayev S.A., Moldakhmetov S.S., Baibutanov B.K., Jeshmetov M.B., Aueszhanov D.S.</i> Methods of switching angles based on pulse width modulation for multilevel inverter.....	139
<i>Saprygina M.B., Shaldanbayev A.Sh., Orazov I.O., Bayseytova U.S.</i> Criteria Volterra of nonlocal boundary value problem of the wave equation.....	147
<i>Suragan D.</i> On an inequality for schatten P -norms.....	153
<i>Temirbekov N. M., Turarov A. K.</i> Numerical solution of the one dimensional model of gas-lift process.....	159
<i>Achmetova S.T., Shaldanbayev A.Sh., Shomabayeva M. T.</i> About structure of the range of the regional task of cauchy - neumann for the heat conductivity equation with the deviating argument.....	169
<i>Shomanbayeva M. T., Shaldanbayev A.Sh., Achmetova S.T.</i> About the continuous range of the operator of the semi-fixed regional task for the heat conductivity equation with the deviating argument.....	180
Anniversary of Ashuraliev Allaberen.....	191

**Publication Ethics and Publication Malpractice
in the journals of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan**

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/journal-authors/ethics>.

Submission of an article to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan implies that the described work has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/postingpolicy>), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. In particular, translations into English of papers already published in another language are not accepted.

No other forms of scientific misconduct are allowed, such as plagiarism, falsification, fraudulent data, incorrect interpretation of other works, incorrect citations, etc. The National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan follows the Code of Conduct of the Committee on Publication Ethics (COPE), and follows the COPE Flowcharts for Resolving Cases of Suspected Misconduct (http://publicationethics.org/files/u2/New_Code.pdf). To verify originality, your article may be checked by the Cross Check originality detection service <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

The authors are obliged to participate in peer review process and be ready to provide corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. All authors of a paper should have significantly contributed to the research.

The reviewers should provide objective judgments and should point out relevant published works which are not yet cited. Reviewed articles should be treated confidentially. The reviewers will be chosen in such a way that there is no conflict of interests with respect to the research, the authors and/or the research funders.

The editors have complete responsibility and authority to reject or accept a paper, and they will only accept a paper when reasonably certain. They will preserve anonymity of reviewers and promote publication of corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. The acceptance of a paper automatically implies the copyright transfer to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

The Editorial Board of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan will monitor and safeguard publishing ethics.

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайте:

www.nauka-nanrk.kz

<http://www.physics-mathematics.kz>

Редактор *М. С. Ахметова*

Верстка на компьютере *А.М. Кульгинбаевой*

Подписано в печать 24.03.2016.

Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.

11,3 п.л. Тираж 300. Заказ 2.