

ISSN 2518-1483 (Online),
ISSN 2224-5227 (Print)

2016 • 6

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ
БАЯНДАМАЛАРЫ

ДОКЛАДЫ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

REPORTS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

ЖУРНАЛ 1944 ЖЫЛДАН ШЫҒА БАСТАҒАН
ЖУРНАЛ ИЗДАЕТСЯ С 1944 г.
PUBLISHED SINCE 1944



Б а с р е д а к т о р ы
х.ғ.д., проф., ҚР ҰҒА академигі **М.Ж. Жұрынов**

Р е д а к ц и я а л қ а с ы:

Адекенов С.М. проф., академик (Қазақстан) (бас ред. орынбасары)
Боос Э.Г. проф., академик (Қазақстан)
Величкин В.И. проф., корр.-мүшесі (Ресей)
Вольдемар Вуйчик проф. (Польша)
Гончарук В.В. проф., академик (Украина)
Гордиенко А.И. проф., академик (Белорус)
Дука Г. проф., академик (Молдова)
Илолов М.И. проф., академик (Тәжікстан),
Леска Богуслава проф. (Польша),
Локшин В.Н. проф. чл.-корр. (Қазақстан)
Нараев В.Н. проф. (Ресей)
Неклюдов И.М. проф., академик (Украина)
Нур Изура Удзир проф. (Малайзия)
Перни Стефано проф. (Ұлыбритания)
Потапов В.А. проф. (Украина)
Прокопович Полина проф. (Ұлыбритания)
Омбаев А.М. проф. (Қазақстан)
Өтелбаев М.О. проф., академик (Қазақстан)
Садыбеков М.А. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Сатаев М.И. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Северский И.В. проф., академик (Қазақстан)
Сикорски Марек проф. (Польша)
Рамазанов Т.С. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Такибаев Н.Ж. проф., академик (Қазақстан), бас ред. орынбасары
Харин С.Н. проф., академик (Қазақстан)
Чечин Л.М. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Харун Парлар проф. (Германия)
Энджун Гао проф. (Қытай)
Эркебаев А.Э. проф., академик (Қырғыстан)

«Қазақстан Республикасы Ұлттық ғылым академиясының баяндамалары»

ISSN 2518-1483 (Online),

ISSN 2224-5227 (Print)

Меншіктенуші: «Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы» Республикалық қоғамдық бірлестігі (Алматы қ.)
Қазақстан республикасының Мәдениет пен ақпарат министрлігінің Ақпарат және мұрағат комитетінде 01.06.2006 ж.
берілген №5540-Ж мерзімдік басылым тіркеуіне қойылу туралы куәлік

Мерзімділігі: жылына 6 рет.

Тиражы: 2000 дана.

Редакцияның мекенжайы: 050010, Алматы қ., Шевченко көш., 28, 219 бөл., 220, тел.: 272-13-19, 272-13-18,
<http://nauka-nanrk.kz>, reports-science.kz

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы, 2016

Типографияның мекенжайы: «Аруна» ЖК, Алматы қ., Муратбаева көш., 75.

Главный редактор
д.х.н., проф., академик НАН РК **М. Ж. Журинов**

Редакционная коллегия:

Адекенов С.М. проф., академик (Казахстан) (зам. гл. ред.)
Боос Э.Г. проф., академик (Казахстан)
Величкин В.И. проф., чл.-корр. (Россия)
Вольдемар Вуйчик проф. (Польша)
Гончарук В.В. проф., академик (Украина)
Гордиенко А.И. проф., академик (Беларусь)
Дука Г. проф., академик (Молдова)
Илолов М.И. проф., академик (Таджикистан),
Леска Богуслава проф. (Польша),
Локшин В.Н. проф. чл.-корр. (Казахстан)
Нараев В.Н. проф. (Россия)
Неклюдов И.М. проф., академик (Украина)
Нур Изура Удзир проф. (Малайзия)
Перни Стефано проф. (Великобритания)
Потапов В.А. проф. (Украина)
Прокопович Полина проф. (Великобритания)
Омбаев А.М. проф. (Казахстан)
Отелбаев М.О. проф., академик (Казахстан)
Садыбеков М.А. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Сатаев М.И. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Северский И.В. проф., академик (Казахстан)
Сикорски Марек проф., (Польша)
Рамазанов Т.С. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Такибаев Н.Ж. проф., академик (Казахстан), зам. гл. ред.
Харин С.Н. проф., академик (Казахстан)
Чечин Л.М. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Харун Парлар проф. (Германия)
Энджун Гао проф. (Китай)
Эркебаев А.Э. проф., академик (Кыргызстан)

Доклады Национальной академии наук Республики Казахстан»

ISSN 2518-1483 (Online),

ISSN 2224-5227 (Print)

Собственник: Республиканское общественное объединение «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 №5540-Ж, выданное 01.06.2006 г.

Периодичность: 6 раз в год.

Тираж: 2000 экземпляров

Адрес редакции: 050010, г.Алматы, ул.Шевченко, 28, ком.218-220, тел. 272-13-19, 272-13-18

<http://nauka-nanrk.kz> reports-science.kz

©Национальная академия наук Республики Казахстан, 2016 г.

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

E d i t o r i n c h i e fdoctor of chemistry, professor, academician of NAS RK **M.Zh. Zhurinov****E d i t o r i a l b o a r d :****Adekenov S.M.** prof., academician (Kazakhstan) (deputy editor in chief)**Boos E.G.** prof., academician (Kazakhstan)**Velichkin V.I.** prof., corr. member (Russia)**Voitsik Valdemar** prof. (Poland)**Goncharuk V.V.** prof., academician (Ukraine)**Gordiyenko A.I.** prof., academician (Belarus)**Duka G.** prof., academician (Moldova)**Ilov M.I.** prof., academician (Tadjikistan),**Leska Boguslava** prof. (Poland),**Lokshin V.N.** prof., corr. member. (Kazakhstan)**Narayev V.N.** prof. (Russia)**Nekludov I.M.** prof., academician (Ukraine)**Nur Izura Udzir** prof. (Malaysia)**Perni Stephano** prof. (Great Britain)**Potapov V.A.** prof. (Ukraine)**Prokopovich Polina** prof. (Great Britain)**Ombayev A.M.** prof. (Kazakhstan)**Otelbayv M.O.** prof., academician (Kazakhstan)**Sadybekov M.A.** prof., corr. member. (Kazakhstan)**Satayev M.I.** prof., corr. member. (Kazakhstan)**Severskiy I.V.** prof., academician (Kazakhstan)**Sikorski Marek** prof., (Poland)**Ramazanov T.S.** prof., corr. member. (Kazakhstan)**Takibayev N.Zh.** prof., academician (Kazakhstan), deputy editor in chief**Kharin S.N.** prof., academician (Kazakhstan)**Chechin L.M.** prof., corr. member. (Kazakhstan)**Kharun Parlar** prof. (Germany)**Endzhun Gao** prof. (China)**Erkebayev A.Ye.** prof., academician (Kyrgyzstan)**Reports of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.****ISSN 2224-5227****ISSN 2518-1483 (Online),****ISSN 2224-5227 (Print)**

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 5540-Ж, issued 01.06.2006

Periodicity: 6 times a year

Circulation: 2000 copies

Editorial address: 28, Shevchenko str., of.219-220, Almaty, 050010, tel. 272-13-19, 272-13-18,

<http://nauka-nanrk.kz/> reports-science.kz

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

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

REPORTS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

ISSN 2224-5227

Volume 6, Number 310 (2016), 94 – 105

UDC 658.52.011

**O.V. Zhirnova, A.Zh. Toigozhinova, Zh. Zhakipov,
T.S. Turikanov, A. Orazalin, N. Matenov**

Kazakh National Research Technical University
after named K.I. Satpaev, Kazakhstan, Almaty
e-mail: oxana_fedoseyeva@mail.ru

DEVELOPMENT OF MATHEMATICAL MODELS FOR AUTOMATED CONTROL SYSTEM COMBUSTION PROCESS BIOGAS TO REDUCE GREENHOUSE GAS EMISSIONS

Abstract. The simulation for the three-dimensional model of the gasifier. The calculations were performed in Fluent program using a model for the porous substance and a modified Lagrangian model. Calculations were performed for 2 gas generators models: direct and throat. The temperature profile in the gasifier section changes uniformly in the radial direction until the air through the dispensing nozzle. Then there is a sudden rise in temperature around the ink nozzles where rapid combustion of selected volatiles begins at stoichiometric conditions. Numerical calculations allow you to analyze changes in concentrations of individual components within the gasifier due to the pro-outbound homogeneous and heterogeneous reactions and drying processes, Pirola of gasification and carbon residue. Unfortunately, the exact results of the re-validation is not possible, since the measurement of these parameters in the course of experiments, the cops is very difficult (or impossible). In case the gasifier throat mixing allocated volatiles and oxygen is more inten-sive than direct gasifier. This leads to a more rapid combustion and the use of almost all the oxygen in homogeneous re-actions. The combustion of carbon residue slower, but Ghazification processes using CO₂ and H₂O occur faster.

Keywords: The bioreactor, biogas, bacteria, adjusting, mathematical model, distributed system, optimal control, integration, aggregation.

УДК 658.52.011

**О.В. Жирнова, А.Ж. Тойгожинова, Ж. Жакипов,
Т.С.Туриканов, А.Оразалин, Н. Матенов**

Казахский национальный исследовательский технический университет
имени К.И. Сатпаева, Казахстан, г.Алматы

РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ СЖИГАНИЯ БИОГАЗА ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ВЫБРОСА ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ

Аннотация. Проведено моделирование для трехмерной модели газификатора. Расчеты проводились в программе Fluent с использованием модели для пористого вещества и модифицированной модели Лагранжа. Расчеты были выполнены для 2 моделей газогенераторов: прямого и с горлом. Профиль температуры в сечении газификатора изменяется равномерно в радиальном направлении до момента дозирования воздуха

через сопла. Затем происходит внезапное повышение температуры вокруг сопел, где при стехиометрических условиях начинается быстрое сгорание выделенных летучих веществ. Численные расчеты позволяют анализировать изменения концентраций отдельных компонентов внутри газификатора вследствие происходящих гомогенных и гетерогенных реакций и процессов сушки, пиролиза и газификации углеродного остатка. К сожалению, точная валидация результатов невозможна, так как измерение этих параметров в ходе экспериментов очень трудное (или невозможно). В случае газификатора с горлом смешивание выделенных летучих веществ и кислорода является более интенсивным, чем для прямого газификатора. Это приводит к более быстрому сгоранию и использованию практически всего кислорода в гомогенных реакциях. Сгорание углеродного остатка более медленное, но процессы газификации с использованием CO_2 и H_2O происходят быстрее.

Ключевые слова. Биореактор, биогаз, бактерии, регулирование, математическая модель, распределенная система, оптимальное управление, интеграция, агрегирование.

Введение. В последнее время во всем мире продолжают научно-исследовательские работы над теорией пламени, которая была бы пригодной для измерения тепловых величин, характеризующих процессы сжигания. Известны результаты исследований, особенно для жидких и твердых топлив, однако, на сегодня не существует обобщенной теории для создания математической модели, которая позволила бы прогнозировать, контролировать диагностировать и управлять процессом газификации биомассы и сжигания любого жидкого или твердого топлива. Современное состояние исследования процесса сжигания в физике, ориентированное на сжигание единичной капли топлива, позволяет утверждать, что при нынешнем уровне знаний можно провести только качественный анализ испарения и последующего сжигания. Количественное описание этого явления является недостаточным даже в простейшем случае сжигания сферически-симметричной капли топлива одного состава. Ситуация значительно усложняется, когда используется жидкое распыленное топливо и появляется "облако" капель. В таком случае следует учесть процесс взаимного столкновения капель. В зависимости от числа Вебера, здесь может наблюдаться объединение капель, их повторный распад и квазипружинные столкновения. Эти явления могут быть до появления пламени, когда еще нет горения смеси. От момента ее воспламенения в анализе необходимо учитывать существование газовой фазы.

Сложность явлений, появляющихся при сжигании угольной пыли, намного возрастает по сравнению с жидкими топливами, для которых можно принять, что сжигание происходит в 2-х, больше всего в 3-х фазах: испарение, сжигание газовой фазы, и, возможно, сжигание коксового остатка. Сжигание угля в промышленных условиях может происходить в решетчатых котлах (в слое на решетке), в котлах с флюидальным размещением или в котлах, где происходит сжигание в факеле. В энергетике чаще всего применяют сжигание в факеле, с образованием угольной пыли. В случае распространения пламени с небольшой скоростью имеем дело с ламинарным сжиганием. Большую роль в скорости сжигания здесь играет газовая фаза, которая является единственным параметром, который можно определить. Увеличение скорости потока топливно-воздушной смеси приводит к переходу от ламинарного к турбулентному движению. Мгновенное значение скорости турбулентного потока изменяется во времени и находится вблизи средних значений. Пульсации появляются в результате изменения хаотических движений вихрей различных размеров. Самые большие вихри имеют величину объема факела. За ними следует непрерывное распределение каждый раз меньших вихрей, вплоть до некоторой границы, что называется внутренним диапазоном, где возникает диссипация энергии в результате вязкости. Наибольшие вихри появляются в результате неустойчивости главного потока. Эти вихри, распадаясь на меньшие, передают им свою энергию до тех пор, пока диссипация в меньших вихрях не положит конец этому процессу (диаметр зерна менее 100 мкм). В то же время сжигание единичного угольного зерна является очень сложным физико-химическим процессом. Сложность анализа процесса еще более возрастает в случае, когда угольная пыль сжигается в факеле. Определение параметров сжигания пылевой смеси в реальных условиях является очень сложным процессом. Сжигание в промышленных условиях реализуется в турбулентном пламени. Его характер, вызывающий пульсации, делает возможной качественную оценку. Поэтому существует проблема разработки приборов и методов измерений тепловых величин при сжигании на основе анализа спектра теплового излучения. Спектр существенно различается в зависимости от вида топлива, его характеризует эмиссионная характеристика, определяющая выбор сенсора в измерительном

устройстве для контроля и определения распределения пульсации пламени и распределения температуры, поэтому теоретические и экспериментальные исследования в этом направлении являются актуальной задачей, решение которой позволит обеспечить эффективное сжигание при низком загрязнении экологии и снизить риск аварийности и взрывопожарной опасности. Целесообразно рассмотреть подходы к моделированию и результаты натурных и численных экспериментов в ряде исследований, которые были получены при изучении образования сажи, фактически углерода. В [1] рассматриваются топлива, обладающие свойствами образования сажи, содержащие полициклические ароматические углеводороды (нафталин). Избыточная концентрация кислорода на эффект образования сажи не повлияла. Влияние оказало изменение температуры пламени, расход топлива и продолжительности горения топлива. А в [2] было обнаружено, что в условиях высокой температуры пламени появляется возможность разложить метан на водород и $C_2 - C_4$ углеводороды, тем самым снизить формирование бензола и конденсированных фаз, в том числе и сажи. Это означает, что ароматизации/дегидрогенизации сажи в предварительно смешанном топливе во время горения больше зависит от характеристик топлива. Результаты рассмотренных материалов [3 – 4] показали, что созданные и примененные численные модели не являются универсальными и не могут быть взяты за основу изучения сгорания углеводородного газа при изменении во времени концентраций составляющих его частей.

Целью данного проекта является разработка метода и модели, позволяющих в процессе сжигания (окисления) углеводородного газа произвольного (или с минимальными ограничениями) состава, определять этот состав, а так же состав продуктов сгорания в режиме реального времени. Для достижения поставленной цели необходимо решить ряд задач. На основании проведенных ранее исследований по разработке различных моделей по сжиганию различных углеводородов разработать общую математическую модель для решения поставленной цели. Тепло, газ, качественные удобрения являются только побочным, полезным эффектом установок для биотехнической переработки органических отходов, а главная составляющая ценности – сохранение экологической среды. Первыми реальными пользователями просто будут вынуждены быть предприятия по переработке сельхозпродукции. Причины: глобализация, стандарты, необходимость пускать на свои территории международные инспекции по контролю производства. Пока биогазовые системы не стали массовыми в связи с отсутствием эффективных, дешевых и надежных систем для широкого спектра объемов переработки. Существующие установки биопереработки отходов являются дорогими, слишком чувствительными к составу отходов, сложными в эксплуатации. Это делает их неконкурентными относительно альтернативных источников энергоснабжения и химических удобрений. Цели разработки – создание комплекса имитационных моделей биореакторных систем для интенсивного поиска эффективных модульных конструкций и методов управления процессами биопереработки.

Методы исследования. В зависимости от полноты информации возможна оценка выбросов парниковых газов на трех уровнях. Чем больше информации о применяемой технологии сжигания топлива, тем выше может быть уровень оценки. Так, если известны только данные о количестве сожженного топлива в год, то расчеты возможны только на уровне 1 [4]. Если же есть национальные данные об удельных коэффициентах выбросов для этих источников выбросов и типа топлива и, кроме того, известен содержание углерода в используемых видах топлива, то расчеты можно выполнить на уровне 2.

Постановка задачи. Эффективный путь решения этой проблемы – совместимое согласованное проектирование технологий и конструкции установки для переработки отходов, создание компьютерных моделей для накопления опыта и статистики на виртуальной реальности. Биохимические и термодинамические процессы в реакторе существенно нелинейны, нестационарны, неопределенны.

Уравнение баланса компонентов в газовой фазе имеет вид:

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho Y_j) + u_i \frac{\partial}{\partial x_i}(\rho Y_j) = \frac{\partial}{\partial x_i} \left(\rho D_j \frac{\partial Y_j}{\partial x_i} \right) + S_j + R_j$$

где: Y_j - массовая доля j -го компонента газа. Баланс учитывает гомогенные реакции (R_j) и массообмен между твердой фазой и газом.

Для расчетов гомогенных реакций использовали турбулентно-кинетическую модель (Finite-Rate/Eddy-Dissipation). Она предполагает, что скорость реакции контролируется более медленным из процессов: скорость кинетической реакции, описываемой уравнением Аррениуса, или скорость турбулентного перемешивания реагентов:

$$R_j = V_{min} \left[A_i \exp \left(\frac{-E a_i}{RT_g} \right) \Pi_k c_k^{n_k}, M_j A \rho \frac{\varepsilon}{k} \min \left(\min \frac{Y_s}{v_s M_s}, \frac{Y_p}{\sum_i v_i M_i} \right) \right]$$

где A и B - константы модели, Y_s - массовая доля субстрата (вещества) S , Y_p - массовая доля продукта P .

Массообмен между твердой фазой и газом рассчитывается на основании потери массы выбранного газового компонента j из частиц, пребывающих в данной расчетной ячейке:

$$S_j = \frac{\Delta m_{s,j} \dot{m}_{s,0}}{m_{s,0} V_{c,v}}$$

где: $\Delta m_{s,j}$ - потеря массы компонента j из частиц биомассы, $m_{p,0}$ - начальная масса частиц, $m_{s,0}$ - начальный массовый поток частиц, V_{cv} - объем данной расчетной ячейки.

Энергетический баланс в газовой фазе описывается уравнением:

$$\frac{\partial}{\partial t} (\rho C_p T) + u_i \frac{\partial}{\partial x_i} (\rho C_p T) = \frac{\partial}{\partial x_i} \left(\lambda \frac{\partial T}{\partial x_i} \right) + \Phi + S_h$$

где: Φ - эффекты рассеивания, S_h - теплообмен между твердой и газовой фазой, который определяется из соотношения:

$$S_h = \frac{\dot{m}_{s,0}}{V_{cv} m_{s,0}} \left[\Delta m_s \left(-\Delta H_{evap} + \int_{T_{ref}}^{T_w} C_{p_g} dT - \int_{T_{ref}}^{T_w} C_{p_g} dT \Delta H_{devol} \right) - m_{s,out} \int_{T_{ref}}^{T_{s,out}} C_{p_s} dT + m_{s,in} \int_{T_{ref}}^{T_{in}} C_{p_s} dT \right]$$

где $m_{s,in}$, $m_{s,out}$ - масса частиц на входе и выходе расчетной ячейки, C_{p_g} , C_{p_s} - удельная теплоемкость газа и твердого слоя.

Проведено моделирование для трехмерной модели газификатора. Расчеты проводились в программе Fluent с использованием модели для пористого вещества и модифицированной модели Лагранжа. Расчеты были выполнены для 2 моделей газогенераторов: прямого и с горлом. Профиль температуры в сечении газификатора изменяется равномерно в радиальном направлении до момента дозирования воздуха через сопла. Затем происходит внезапное повышение температуры вокруг сопел, где при стехиометрических условиях начинается быстрое сгорание выделенных летучих веществ. Численные расчеты позволяют анализировать изменения концентраций отдельных компонентов внутри газификатора вследствие происходящих гомогенных и гетерогенных реакций и процессов сушки, пиролиза и газификации углеродного остатка. К сожалению, точная валидация результатов невозможна, так как измерение этих параметров в ходе экспериментов очень трудное (или невозможно). В случае газификатора с горлом смешивание выделенных летучих веществ и кислорода является более интенсивным, чем для прямого газификатора. Это приводит к более быстрому сгоранию и использованию практически всего кислорода в гомогенных реакциях. Сгорание углеродного остатка более медленное, но процессы газификации с использованием CO_2 и H_2O происходят быстрее. Расчеты проводились для двух моделей газогенераторов. В первом случае предполагается, что газификатор является прямым (без

горла), а воздух добавляется к нему с помощью сопел 5. Вторая модель газификатора учитывала горло, а воздух дозируют через сопла, расположенные выше сужения камеры. Параметры, используемые в модели CFD газификатора, показаны в таблице 1.

Таблица 1 – Параметры модели слоя газификатора

Параметр	Значение
Содержание влаги в топливе	5%
Содержание летучих веществ в топливе	60%
Содержание карбонизата в топливе	30%
Плотность твердой фазы	800 кг/м ³
Удельная теплоемкость твердой фазы	2400 Дж/(кг К)
Температура топлива и воздуха на входе	30°C
Температура стенки газификатора	730°C
Скорость движения слоя биомассы	8e-5 м/с
Средний эквивалентный диаметр частиц биомассы	50 мм
Коэффициент избытка воздуха X	0,22
Количество воздуха, подаваемого через сопла	98%
Пористость слоя	0,5
Вязкое сопротивление (k ¹)	1,25e7
Инерционное сопротивление (p)	1,43e3

Рисунок 1 показывает изменение профиля температуры газа и концентрации кислорода с увеличением высоты газификатора вдоль оси и на расстоянии 4 и 8 см от оси для прямого газификатора и на расстоянии 3 см от оси для газификатора с горлом. В первой части газификатора, где происходит процесс сушки и пиролиза, температура составляет от 50°C в глубине газификатора и до 550 ° С вблизи стенки газификатора. Измеренная во время эксперимента температура 220°C находится в пределах диапазона, рассчитанного в ходе моделирования. Концентрация кислорода, который вместе с небольшим количеством воздуха дозируется вместе с биомассой, уменьшается тем быстрее, чем выше температура (Рисунок 1 b и d), поскольку происходят медленные процессы горения выделенных летучих веществ. Выше сопел, дозирующих воздух, может наблюдаться увеличение температуры газа вследствие интенсивного газификации биомассы газа после добавления кислорода и его дисперсию к слоям биомассы, расположенным над соплами. Выход сопла, дозирующего воздух, находится близко к линии на расстоянии 3 или 4 см от оси камеры (зеленая линия), в результате чего в этом месте наиболее быстро повышается температура и локально достигает почти 1400°C, а в дальней части газификатора составляет ок. 1100°C. Температура в непосредственной близости от стены (синяя линия) составляет 800-1000°C, что согласуется с величинами, измеренными в ходе экспериментов. На выходе из газификатора профиль температуры выравнивается, но по-прежнему самая низкая температура - на оси газификатора. Температура растет быстрее в случае газификатора с горлом, потому что горячая стенка газификатора находится ближе к анализируемой линии. Из-за горла эти разницы температур на выходе являются более низкими (Рисунок 1c), поскольку газ по всему сечению интенсивно перемешивают. Профиль температуры в поперечном сечении газификатора и выбранных поперечном сечении показан на Рисунке 2 и 3. В первой части газификатора (до места нагнетания воздуха), профиль температуры равномерно изменяется от 30 ° С на оси камеры до 850 ° С около стенки. На уровне сопел происходит резкое увеличение температуры вокруг сопел, где в стехиометрических условиях происходит быстрое сгорание выделяемых летучих веществ. Формируются пять зон с высокой температурой, которые в прямом газификаторе не выравниваются до выхода. В газификаторе с горлом сужение вызывает более быстрое выравнивание температур и концентраций компонентов (Рисунок 3).

Численные расчеты делают возможным также анализ изменений концентраций отдельных компонентов внутри газификатора. Эта информация очень важна для анализа процессов, происходящих внутри камеры, но очень трудная (или невозможные) для измерения в ходе экспериментов. Самая высокая концентрация водного пара существует в области сушки биомассы. Локально, при слабом потоке воздуха с биомассой концентрация H₂O может быть до 33 и 26 мол %, соответственно в прямом газификаторе и с горлом. Вторым основным источником водяного

пара является реакция горения водорода, который является одним из продуктов процесса пиролиза.

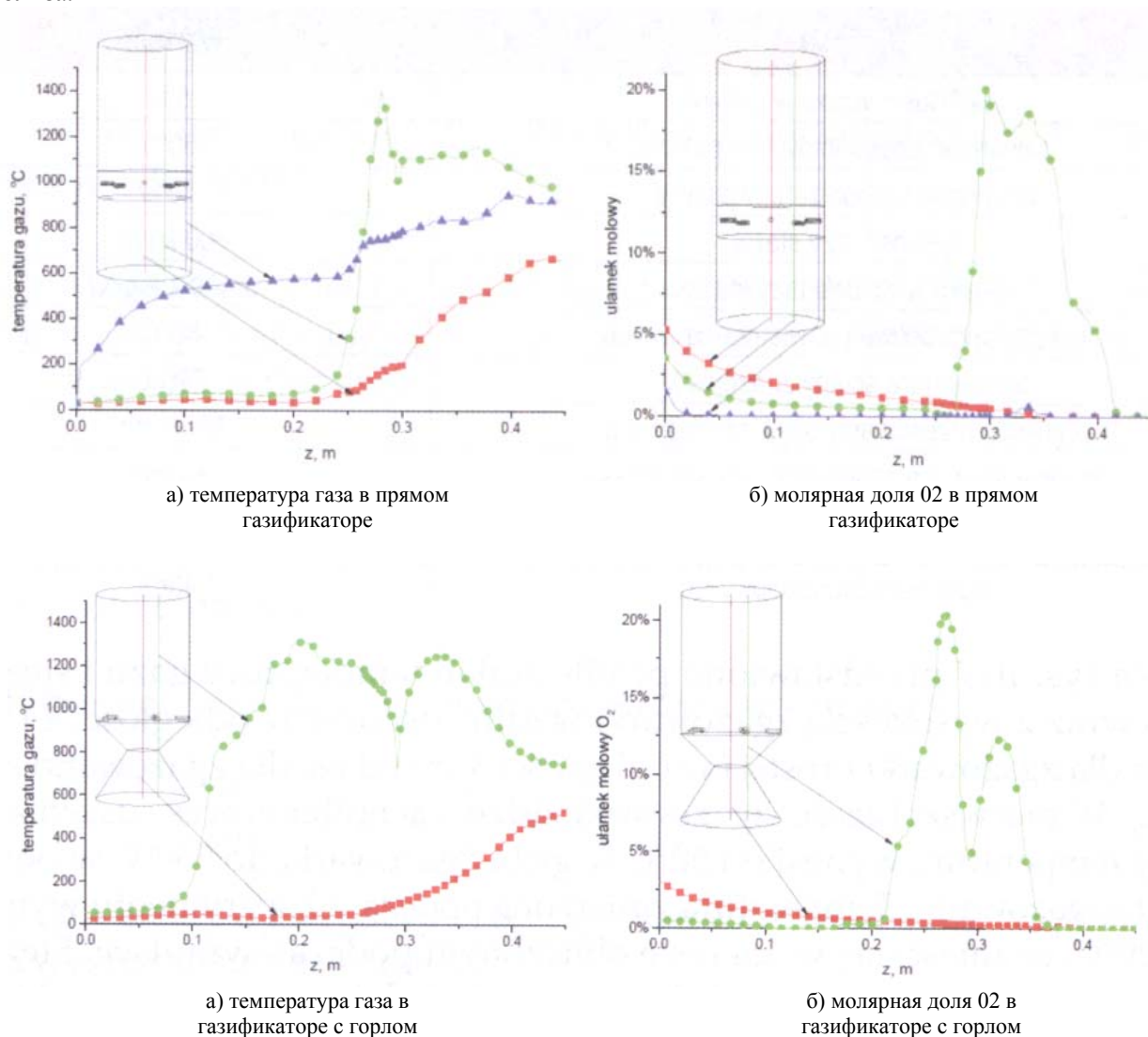


Рисунок 1 – Изменение температуры газа и содержание кислорода вдоль прямоточного газификатора и горловины

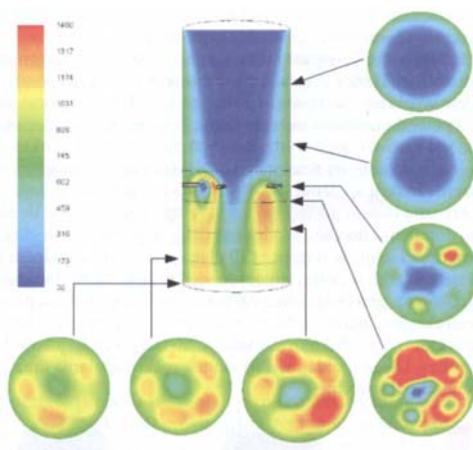


Рисунок 2 – Профиль температуры внутри прямоточного газификатора ($^{\circ}C$)

Концентрация кислорода быстро увеличивается в области сопел, дозирующих воздух. Реакции горения являются более быстрыми, чем процесс дисперсии кислорода в пористом слое, что вызывает быструю реакцию в стехиометрической зоне смешивания кислорода с горючими компонентами газа. В случае газификатора с горлом происходит интенсивное потребление кислорода в месте наибольшего сужения газификатора. Это приводит к увеличению потребления кислорода в процессе. Окись углерода является основным компонентом выделяемых летучих веществ. Его медленное дожигание происходит в первой части газификатора с использованием небольшого количества кислорода, который вместе с биомассой был пода на верх газификатора. Сжигание до CO_2 происходит интенсивно во второй части газификатора после добавления воздуха.

Вторым источником CO является реакция: $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2$, для которой устанавливается равновесие после добавления воздуха и частичного дожигания CO и H_2 . Концентрация CO возрастает также из-за гетерогенных реакций на полученном коксе. Окись углерода является продуктом в реакции кокса с кислородом, диоксидом углерода и водяным паром. Полученный CO не можно будет дожигать до CO_2 из-за низкой концентрации кислорода. Источником CO_2 в первой части газификатора является и его выделение как одного из продуктов пиролиза, и медленное дожигание выделенного CO . После добавления воздуха наступает ускорение реакции сгорания CO . Эта реакция ограничена субстехиометрическим количеством добавленного кислорода, так что большое количество окиси углерода не будет дожигаться до CO_2 . Водород является вторым после окиси углерода основным компонентом летучих веществ. Вместе с CO он медленно сжигается в первой части газификатора, с использованием небольших количеств кислорода, добавленного вместе с биомассой. Основной процесс сгорания происходит после добавления кислорода с помощью сопел. В восстановительной части газификатора происходит процесс газификации кокса паром, продукт представляет собой водород. Метан образуется как один из продуктов пиролиза и разлагается при реакции сгорания и газификации в присутствии водяного пара.

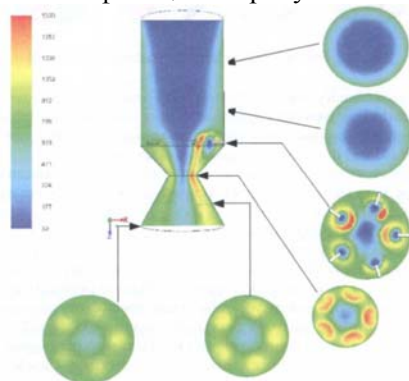


Рисунок 3 – Профиль температуры внутри газификатора с горлом ($^{\circ}\text{C}$)

Усредненный состав газа на выходе из газификатора был представлен в табл. 10.5. Сравнивая результаты моделирования с результатами измерений для двух газогенераторов, мы получаем более высокую концентрацию CO и меньшую концентрацию CO_2 . В случае газификатора с горлом сгорание более интенсивное, и практически весь кислород расходуется в процессе газификации биомассы выделенных летучих компонентов. Это приводит к замедлению сгорания углеродного остатка и к более быстрым процессам газификации.

Таблица 2 – Усредненный состав газа на выходе из газогенераторов (в %_{моль})

компонент	газификатор	
	Прямой	С горлом
H_2O	1,7	2,5
O_2	1,14	0,1
CO	42,4	33,7
CO_2	6,1	7,0
H_2	13,3	12,8
CH_4	2,24	2,3

Начало процесса сушки и пиролиза сильно зависит от температуры частиц (Рисунок 4а), и форма поверхности, на которой происходят эти процессы, - параболическая. Поскольку слой биомассы движется очень медленно, то путь частицы во время этих процессов очень короткий. Это явление можно хорошо увидеть на графиках, представляющих содержание влаги (Рисунок 4б) и летучие компоненты в частицах (Рисунок 4с).

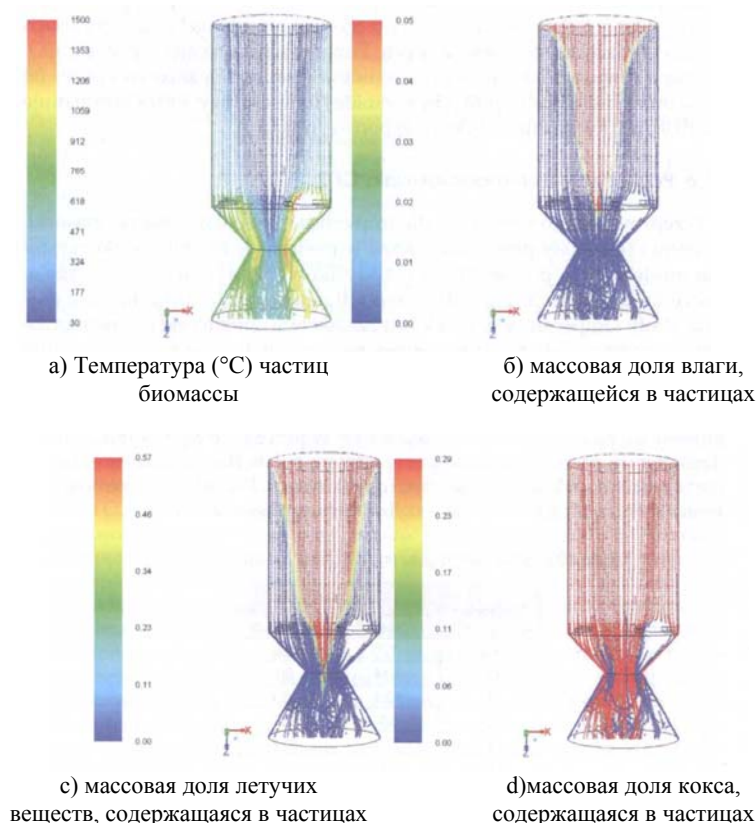


Рисунок 4 – Температура и содержание влаги в летучих веществах и коксе биомассы для газификатора с горлом

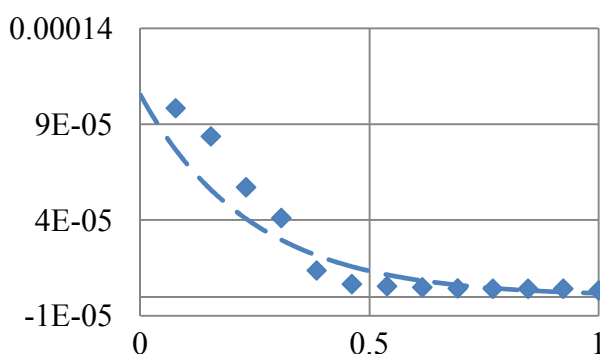


Рисунок 5 – Анализ концентраций биогаза и ее динамика

Процессы сгорания и газификации кокса начинаются после окончания процесса пиролиза, который имеет место на уровне входных сопел воздуха. Точно так же и при сушке и пиролизе, процессы на коксе происходят на коротком расстоянии пути частиц (Рисунок 4д). Тщательный анализ гетерогенных реакций показывает, что в зоне нагнетания воздуха происходит в основном самая быстрая реакция с кислородом. Однако в случае газификатора с горлом реакции горения углеродного остатка более медленные, чем прямого газификатора. Это является результатом более

быстрого поглощения кислорода в реакциях горения выделенных летучих веществ. Другие реакции газификации с CO_2 и H_2O почти на порядок медленнее, и происходят как в зоне нагнетания (дозирования) воздуха из-за высокой температуры, которая там преобладает (Рисунок 5), так и в восстановительной зоне, ниже сопел. Оценка полноты сгорания в устройстве проведена для подаваемого топлива. Для выделяющегося в процессе сжигания биогаза проанализирована картина концентраций биогаза и ее динамика.

В ходе опытов фиксируется значение и изучается взаимосвязь объемов осадка сточных вод и производимого биогаза, их элементного состава, термохимических характеристик субстрата, процессов воспламенения и горения биотоплива. Отдельно изучаются процессы производства и горения твердого топлива: объем, теплота сгорания, зольность, содержание вредных веществ в уходящих газах и др.

Результаты исследования. С целью исследования производимого биогаза в качестве топлива для производства электрической энергии использовался лабораторный стенд, закупленный нашим Вузом партнером – Институт электроники и информационных технологий, Люблинский технический университет г. Люблин, Польша (рисунок 6).



Рисунок 6 – Внешний вид установки метантенка



Рисунок 7 – Когенерационная установка

В любом случае рассмотрение общей технологической цепочки и оптимального взаимодействия между всеми ее элементами следует проводить, начиная с этапа проектирования биогазовой установки. Это связано с тем, что эффективная работа биогазовой установки является следствием слаженной работы всего оборудования, составляющего технологическую цепочку. Поэтому одно должно полностью подходить по заданным рабочим параметрам, а не представлять собой случайный набор элементов, исполняющих определенные рабочие функции. Для того, чтобы оптимизировать работу биогазовой установки, необходимо также проследить течение ее материальных потоков, для того, чтобы определить ту стадию ее работы, которая тормозит течение всего технологического процесса.

Математическая модель на основании уравнений вида для газообразного топлива позволяет определить количественный состав его условной формулы, энтальпию топлива, состав продуктов

сгорания при использовании в качестве исходных данных величин замеренных технологических параметров (расходов компонентов топлива, соответствующих им температур в камере сгорания), известного элементного (качественного) состава топлива ($[C]$, $[H]$, $[O]$).

Математическая точность модели позволяет использовать полученные на ее основе данные для оценки чувствительности результатов расчетов с учетом погрешностей измерительных каналов: температуры продуктов сгорания и расходов горючего и окислителя.

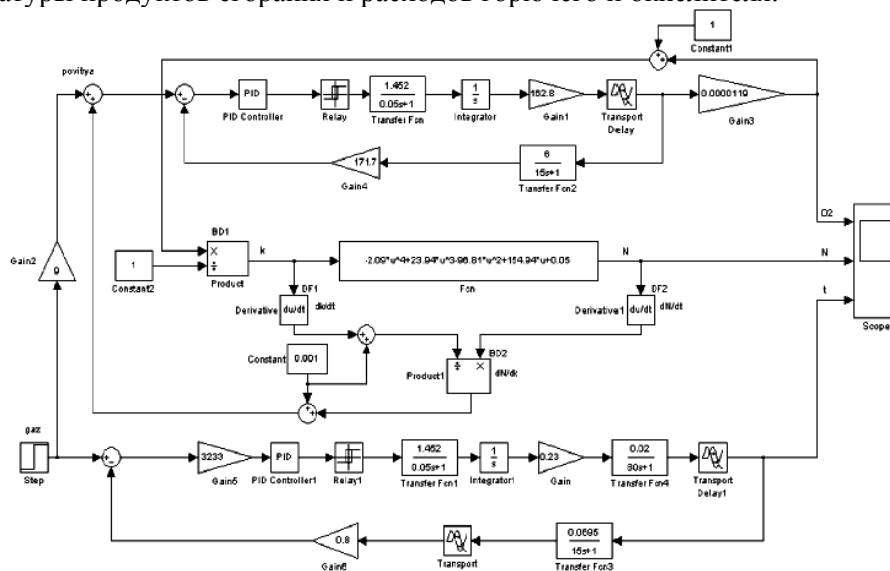


Рисунок 8 – Структурная САР в программе MatLAB

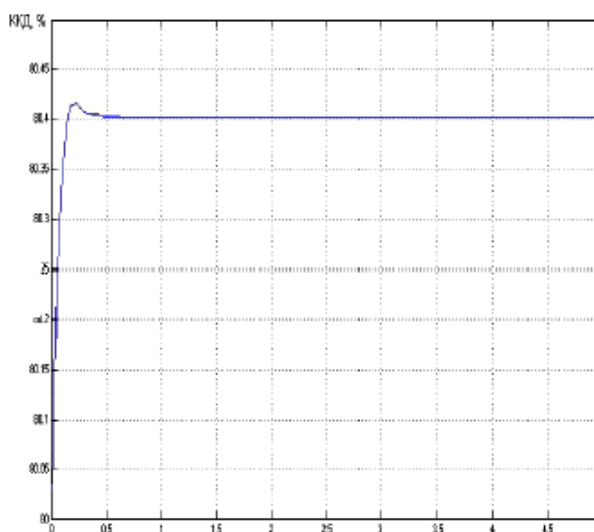


Рисунок 9 – Переходной процесс системы при экстремальном регулировании КПД

Результаты моделирования системы автоматического регулирования работы агрегата подтвердили работоспособность разработанной модели. Полученная модель экстремального регулирования процесса горения в топке позволяет улучшить энергетические показатели работы путем поддержания оптимального значения КПД. Доказано работоспособность разработанной имитационной модели экстремального регулирования при изменении сигнала задания, то есть поддержание КПД котла на одном уровне с заданной точностью. Современная технология очистки городских сточных вод связана с потреблением значительных количеств электрической и тепловой энергии. В условиях острого энергетического кризиса проблема снижения указанных энергозатрат за счет использования нетрадиционных источников энергии, имеющихся на самих очистных сооружениях и постоянно возобновляющихся, является остро актуальной. В статье как объект

управления рассматривалась установка по совместному сжиганию биогаза и природного газа. Предложены математическая модель и метод, позволяющие в процессе сжигания такого топлива определить его состав и обеспечить оптимальные параметры процесса горения. Разработаны математические модели процесса адсорбции биогаза и природного газа.

Обсуждение результатов. Для повышения устойчивости численного решения приняты специальные меры. При поиске нового приближения к предыдущему прибавляется только часть найденной поправки. Величина этой части определяется коэффициентом нижней релаксации. Он подбирается опытным путем, находится в интервале $[0...1]$, задается перед началом расчетов $k=0.4$. Давление $P_{\Sigma}=1$ бар. Математическая модель на основании уравнений для газообразного топлива позволяет определить количественный состав его условной формулы, энтальпию топлива, состав продуктов сгорания при использовании в качестве исходных данных величин замеренных технологических параметров (расходов компонентов топлива, соответствующих им температур в камере сгорания), известного элементного (качественного) состава топлива ($[C]$, $[H]$, $[O]$). Математическая точность модели позволяет использовать полученные на ее основе данные для оценки чувствительности результатов расчетов с учетом погрешностей измерительных каналов: температуры продуктов сгорания и расходов горючего и окислителя.

Выводы. Современная технология очистки городских сточных вод связана с потреблением значительных количеств электрической и тепловой энергии. В условиях острого энергетического кризиса проблема снижения указанных энергозатрат за счет использования нетрадиционных источников энергии, имеющихся на самих очистных сооружениях и постоянно возобновляющихся, является остро актуальной. В статье как объект управления рассматривалась установка по совместному сжиганию биогаза и природного газа. Предложены математическая модель и метод, позволяющие в процессе сжигания такого топлива определить его состав и обеспечить оптимальные параметры процесса горения. Разработаны математические модели процесса адсорбции биогаза и природного газа.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Большаков Н.Ю. Оптимизация технологического процесса в системе аэротенк – отстойник для минимизации сброса органических и биогенных элементов: Автореф. дис. к.т.н. – СПб., 2005 г.
- [2] Николаев А.Н., Большаков Н.Ю., Фетюлина И.А. Исследование влияния возраста активного ила на эффективность биологической дефосфотации в системе аэротенк – вторичный отстойник. Вода и экология: проблемы и решения. – №2/2002.
- [3] Губинский М.В., Усенко А.Ю., Шевченко Г.Л., Шишко Ю.В. Оценка эмиссии парниковых газов при использовании топлив и биомассы. Щоквартальний науково-практичний журнал 2' 2007.
- [4] Національна металургійна академія України. Усенко А. Ю. Удосконалення процесу окислювального піролізу біомаси з метою зниження емісії парникових газів. Автореферат. Дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук Дніпропетровськ – 2006.
- [5] A Roadmap for moving to a competitive low carbon economy in 2050 (Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Brussels, 8.3.2011 COM (2011) 112 final). // Official website of the European Union. [Electronic resource] / Mode of access: http://ec.europa.eu/clima/documentation/roadmap/docs/com_2011_112_en.pdf. - Date of access: 09.03.2011.
- [6] Белоусов В. Н., Смородин С. Н., Лакомкин В. Ю., Энергосбережение и выбросы парниковых газов (CO₂). Учебное пособие. Санкт-Петербург 2014.
- [7] Методические указания. По расчету выбросов парниковых газов. Астана 2010.
- [8] Moskvina, S. M., Yukhymchuk, M. S., Zhirnova, O., & Gromaszek, K. (2015, December). Evaluation of the impact of uncontrolled parametric perturbations on stability of automatic systems with logical control units. In 16th Conference on Optical Fibers and Their Applications (pp. 98161X-98161X). International Society for Optics and Photonics.
- [9] Kvyetnyy, R. N., Sofina, O. Y., Lozun, A. V., Smolarz, A., & Zhirnova, O. (2015, December). Modification of fractal coding algorithm by a combination of modern technologies and parallel computations. In 16th Conference on Optical Fibers and Their Applications (pp. 98161R-98161R). International Society for Optics and Photonics.

REFERENCES

- [1] Bolshakov NY Process optimization in the aeration tank - septic tank to minimize the discharge of organic and nutrient: Author. Dis. Ph.D. - SPb., 2005
- [2] Nikolaev AN Bolshakov NY, Fetyulina IA Investigation of the effect of age on the efficacy of activated sludge biological defosfotatsii in the aeration tank - secondary settling tank. Water and Environment: Challenges and resheniya.- №2 / 2002.
- [3] Guba, MV, Usenko A., Shevchenko GL, Szyszko Y. Estimation of greenhouse gas emissions by using fuels and biomass. Schokvartalny NAUKOVO-practicality magazine 2 '2007.

[4] Natsionalna metalurgiyina akademiya Ukraine. Usenko A. Yu Udoshkonalennya processes okislyuvalnogo pirolizu biomasi s metoyu znizhennya emisii greenhouse gaziv. Abstract. Disertatsii on zdobuttyanaukovogostupenya candidate tehnichnih Sciences Dnipropetrovs'k - 2006.

[5] A Roadmap for moving to a competitive low carbon economy in 2050 (Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Brussels, 8.3.2011 COM (2011) 112 final). // Official website of the European Union. [Electronic resource] / Mode of access: http://ec.europa.eu/clima/documentation/roadmap/docs/com_2011_112_en.pdf. - Date of access: 09.03.2011.

[6] Belousov VN Smorodin SN, Lakomkin VY, energy saving and greenhouse gas emissions (CO₂). Tutorial. St. Petersburg in 2014.

[7] Guidelines. In the calculation of greenhouse gas emissions. Astana 2010.

[8] Moskvina, S. M., Yukhymchuk, M. S., Zhirnova, O., & Gromaszek, K. (2015, December). Evaluation of the impact of uncontrolled parametric perturbations on stability of automatic systems with logical control units. In 16th Conference on Optical Fibers and Their Applications (pp. 98161X-98161X). International Society for Optics and Photonics.

[9] Kvyetnyy, R. N., Sofina, O. Y., Lozun, A. V., Smolarz, A., & Zhirnova, O. (2015, December). Modification of fractal coding algorithm by a combination of modern technologies and parallel computations. In 16th Conference on Optical Fibers and Their Applications (pp. 98161R-98161R). International Society for Optics and Photonics.

УДК 658.52.011

**О.В. Жирнова, А.Ж. Тойгожинова,
Ж. Жакипов, Т.С. Туриканов, А. Оразалин, Н. Матенов**

Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ Ұлттық техникалық зерттеу университетінің, Қазақстан, Алматы

ПАРНИКТІК ГАЗДАР ШЫҒАРЫНДЫЛАРЫН АЗАЙТУ АВТОМАТТАНДЫРЫЛҒАН БАСҚАРУ ЖҮЙЕСІН ЖАНУ ПРОЦЕСІ БИОГАЗ МАТЕМАТИКАЛЫҚ МОДЕЛЬДЕРІН ӘЗІРЛЕУ

Аңдатпа. Газификаторы үш өлшемді модель үшін модельдеу. есептеулер кеуекті зат және өзгертілген Лагранж моделінің үшін моделін пайдалана отырып еркін бағдарламада орындалды. тікелей және тамақ: есептеулер 2 газ генераторлары модельдер үшін жүргізілді. Газификаторы бөлімінде температурасы профиль мөлшерлеу шүмек арқылы ауаның дейін радиалды бағытта біркелкі өзгереді. Содан кейін таңдалған ұшатын заттардың тез жану стехиометриялық жағдайында басталады сия инелерін айналасында температурасы кенеттен өсуі байқалады. Сандық есептеулер сіз гомогенді және гетерогенді реакциялар және көміртек қалдық кептіру, пиролиз және газдандыру өтетін Газификаторы жекелеген компоненттердің шоғырлануын өзгерістер талдауға мүмкіндік береді. эксперименттер кезінде осы параметрлердің өлшеу өте қиын (немесе мүмкін емес), өйткені Өкінішке орай, нәтижелерін нақты валидация, мүмкін емес. жағдайда бөлінген ұшпа және оттегі араластыру Газификаторы тамақ тікелей Газификаторы астам қарқынды болып табылады. Бұл одан да тез жану әкеледі және іс жүзінде барлық біртекті реакцияға оттегі пайдаланыңыз. CO₂ және H₂O пайдалана баяу көміртек қалдығын жағу, бірақ газдандыру процестер жылдам өтеді.

Тірек сөздер: биореактор, биогаз, бактериялар, реттеу, математикалық модель, таратылған жүйесі, оңтайлы басқару, интеграция, біріктіру.

МАЗМҰНЫ

Химия

<i>Шадин Н.А., Anderson J. A., Закарина Н.А., Волкова Л.Д.</i> Ауыр вакуумдық газойль крекингіндегі монтмориллонитте алюминиймен пилларирленген цеолитқұрамды (HY+HZSM-5) катализатор.....	5
--	---

Әлеуметтік ғылымдар

<i>Құрманов Н.А., Сатбаева А.Ж., Рахимбекова А.Е., Махатова А.Б.</i> Адами потенциалының даму индексі: заманауи әлемдегі Қазақстанның орны.....	14
<i>Панзабекова А.Ж., Турабаев Г.К.</i> Система оплаты и стимулирования труда на предприятиях реального сектора Казахстана.....	20
<i>Турабаев Г.К., Несіпбеков Е.Н.</i> Білім беру ұйымдарының даму процесінің құрамдасы ретіндегі кадрлық резервпен жұмыс жасау.....	27

Физика

<i>Рамазанов Т.С., Коданова С.К., Исанова М.К., Тихонов А., Кайканов М.</i> Инерциялық термоядролық синтез плазмасының транспорттық қасиеттері	34
<i>Рамазанов Т.С., Коданова С.К., Исанова М.К., Тихонов А., Кайканов М.</i> Инерциялық термоядролық синтез плазмасының транспорттық қасиеттері.....	43

Химия

<i>Малышев В.П., Зубрина Ю.С., Макашева А.М.</i> Өзіндік ұйымдастыру үрдістерінің түсінігінде Больцман-Шеннон энтропиясының рөлі.....	53
<i>Комекова Н.М., Козлов В.А., Жұрынов М.Ж.</i> Қара сланецтен ванадийді күкүрт қышқылды атмосферлі-автоклавты шаймалау	62
<i>Баешов А.Б., Адайбекова А.А., Абдувалиева У.А.</i> Молибден электродының натрий гидроксиді ерітіндісіндегі электрохимиялық қасиеті.....	70

Жер туралы ғылымдар

<i>Метакса Г.П., Чекушина Т.В., Молдабаева Г.Ж., Метакса А.С.</i> Байкал көлі – көмірсутектердің табиғи реакторы..	77
--	----

Биология

<i>Хакімжанов А.А., Мамытова Н.С., Бескемпірова Ж.Д., Тілеген Б., Дәлелханқызы А., Кузовлев В.А., Айтхожина Н.Ө.</i> Бидайдың хитиназалық кешені және оның кейбір қасиеттері	85
--	----

Техникалық ғылымдар

<i>Жирнова О.В., Тойгожинова А.Ж., Жакипов Ж., Туриканов Т.С., Оразалин А., Матенов Н.</i> Парниктік газдар шығарындыларын азайту автоматтандырылған басқару жүйесін жану процесі биогаз математикалық модельдерін әзірлеу.....	94
<i>Калдыбаева Б.М., Хусанов А.Е., Дмитриев Е.А., Сабырханов Д.С., Абылмағжанов А.З.</i> Хемосорбциялық аппаратта гидродинамикалық жағдайды және конструкциялық ерекшеліктерін ескере отырып ағындардың құрамын есептеу.....	106

Қоғамдық ғылымдар

<i>Аюпова З.К., Құсайынов Д.Ө.</i> Қазақ мәдениетіндегі білім беру жүйесінің бастаулары мәселесіне	115
<i>Даулетбаков Б.Д., Примжарова К.К., Қонырбеков М.Ж.</i> Қазақстан республикасы өңірлерінде интеллектуалды әлеуетпен қамтамасыз ету саласындағы инновациялық қызмет деңгейін модельдеу және бағалау.....	122
<i>Қалдыбай Қ.Қ., Абдрасилов Т.Қ., Насимов М.Ө.</i> Заманауи қазақ ойшылдарының дінтанулық мұраларындағы адам мәселесі.....	131
<i>Магай Т.П.</i> Трансформация бизнес-білім беру: инновациялық тәсіл.....	141
<i>Мырзағалиева А.Б., Туктасинова А.А., Самарханова Т.Н., Акзамбек А.М.</i> Алтай қасқыржидегін (<i>Daphnealtaicarpall.</i>) <i>In vitro</i> мәдениетіне енгізу.....	151
<i>Ордабаева М.</i> Қазақстандағы емдік-сауықтыру туризм үрдістерінің мәселелер мен ағымдары.....	161
<i>Саткалиева Т.С.</i> Қазақстан энергетикалық секторының даму үрдістері	167
<i>Берік А.Б.</i> Психикалық дамуы тежелген балаларды психологиялық қолдау.....	176

СОДЕРЖАНИЕ

Химия

<i>Шадин Н.А., Anderson J. A., Закарина Н.А., Волкова Л.Д.</i> Цеолитсодержащий (HY+HZSM-5) катализатор на пилларированном Al - монтмориллоните в крекинге утяжеленного вакуумного газойля.....	5
---	---

Социальные науки

<i>Курманов Н.А., Сатбаева А.Ж., Рахимбекова А.Е., Махатова А.Б.</i> Индекс развития человеческого потенциала: место Казахстана в современном мире.....	14
<i>Панзабекова А.Ж., Турабаев Г.К.</i> Система оплаты и стимулирования труда на предприятиях реального сектора Казахстана.....	20
<i>Турабаев Г.К., Несипбеков Е.Н.</i> Работа с кадровым резервом как составляющая процесса развития образовательных организаций.....	27

Физика

<i>Рамазанов Т.С., Коданова С.К., Исанова М.К., Тихонов А., Кайканов М.</i> Транспортные свойства плазмы инерционного термоядерного синтеза.....	34
<i>Рамазанов Т.С., Коданова С.К., Исанова М.К., Тихонов А., Кайканов М.</i> Транспортные свойства плазмы инерционного термоядерного синтеза.....	43

Химия

<i>Малышев В.П., Зубрина Ю.С., Макашева А.М.</i> Роль энтропии Больцмана-Шеннона в понимании процессов самоорганизации.....	53
<i>Комекова Н.М., Козлов В.А., Журинов М.Ж.</i> Сернокислотное атмосферно-автоклавное выщелачивание ванадия из черных сланцев.....	62
<i>Баешов А.Б., Адайбекова А.А., Абдувалиева У.А.</i> Электрохимическое поведение молибденового электрода в растворе гидроксида натрия.....	70

Науки о Земле

<i>Метакса Г.П., Чекушина Т.В., Молдабаева Г.Ж., Метакса А.С.</i> Озеро Байкал – природный реактор углеводородов.....	77
---	----

Биология

<i>Хакимжанов А.А., Мамытова Н.С., Бескемпирова Ж.Д., Тилеген Б., Далелханкызы А., Кузовлев В.А., Айтхожина Н.А.</i> Хитиновый комплекс пшеницы и некоторые его свойства.....	85
---	----

Технические науки

<i>Жирнова О.В., Тойгожинова А.Ж., Жакипов Ж., Туриканов Т.С., Оразалин А., Матенов Н.</i> Разработка математической модели для автоматизированной системы управления процессом сжигания биогаза для снижения выброса парниковых газов.....	94
<i>Калдыбаева Б.М., Хусанов А.Е., Дмитриев Е.А., Сабырханов Д.С., Абилямагжанов А.З.</i> Расчет структуры потоков с учетом гидродинамической обстановки и конструктивных особенностей в хемосорбционном аппарате.....	106

Общественные науки

<i>Аюпова З.К., Кусаинов Д.У.</i> К вопросу об истоках системы образования в казахской культуре.....	115
<i>Даулетбаков Б.Д., Примжарова К.К., Конырбеков М.Ж.</i> Моделирование и оценка уровня инновационной деятельности в сфере обеспечения интеллектуальным потенциалом регионов республики Казахстан.....	122
<i>Калдыбай К. К., Абдрасилов Т.К., Насимов М.О.</i> Проблема человека в религиозном наследии современных казахских мыслителей.....	131
<i>Магай Т.П.</i> Трансформация бизнес-образования: инновационный подход.....	141
<i>Мырзагалиева А.Б., Туктасинова А.А., Самарханов Т.Н., Акзамбек А.М.</i> Введение в культуру <i>In vitro</i> волчегородника Алтайского (<i>Daphnealtaicapall</i>).....	151
<i>Ордабаева М.</i> Современные проблемы и тенденции развития лечебно-оздоровительного туризма в Казахстане.....	161
<i>Саткалиева Т.С.</i> Тенденции развития энергетического сектора РК.....	167
<i>Берик А.Б.</i> Психологическое сопровождение детей с задержкой психического развития.....	176

CONTENT

Chemistry

- Shadin N.A., Anderson J. A., Zakarina N. A., Volkova L.D.* Zeolite containing (HY+HZSM-5) catalyst on pillared Al-montmorillonite for cracking of weighted vacuum gas oil..... 5

Social sciences

- Kurmanov N., Satbayeva A., Rakhimbekova A., Makhatova A.* Human development index: place of Kazakhstan in the modern world..... 14
- Panzabekova A.Zh., Tyurabayev G.K.* The system of payment and stimulation of labor at real sector enterprises of Kazakhstan 20
- Tyurabayev G.K., Nesipbekov Ye. N.* Work with personnel pool as a constituent of educational organizations development process 27

Physics

- Ramazanov T.S., Kodanova S.K., Issanova M.K., Tikhonov A., Kaikanov M.* Transport properties of inertial confinement fusion plasmas..... 34
- Ramazanov T.S., Kodanova S.K., Issanova M.K., Tikhonov A., Kaikanov M.* Transport properties of inertial confinement fusion plasmas..... 43

Chemistry

- Malyshev V.P., Zubrina Y.S., Makasheva A.M.* The role of the boltzmann-Shannon entropy in understanding the processes of self-organization..... 53
- Komekova N.M., Kozlov V.A., Zhurinov M.Zh.* Sulfuric acid atmospheric pressure leaching of vanadium black shale..... 62
- Bayeshov A.B., Adaybekova A.A., Abduvaliyeva U.A.* Electrochemical behavior of electrodes of molybdenum in sodium hydroxide solution..... 70

Earth sciences

- Metaksa G.P., Chekushina T.V., Moldabaeva G.Zh., Metaksa A.S.* Lake Baikal - natural reactor of hydrocarbons..... 77

Biologiya

- Khakimzhanov A.A., Mamytova N.S., Beskempirova Zh.D., Tilegen B., Dalelhankhyzy A., Kuzovlev V.A., Aitkhozhina N.A.* Wheat chitinase complex and some of its properties..... 85

Technical sciences

- Zhirnova O.V., Toigozhinova A.Zh., Zhakipov Zh., Turikanov T.S., Orazalin A., Matenov N.* Development of mathematical models for automated control system combustion process biogas to reduce greenhouse gas emissions..... 94
- Kaldybaeva B.M., Khusanov A. E., Dmitriev E.A., Sabyrkhanov D.S., Abilmagzhanov A.Zh.* Calculation of the bubble diameter, taking into account the hydrodynamic conditions and structural features in the chemisorption apparatus..... 106

Social Sciences

- Ayupova Z.K., Kussainov D.U.* To the question about the sources of the system of education in kazakh culture..... 115
- Dauletbaev B.D., Primzharova K.K., Konyrbekov M. Zh.* Modeling and assessment of the level of innovative activity in the sphere of intellectual potential of regions of the republic of Kazakhstan..... 122
- Kaldybay K.K., Abdrassilov T.K., Nassimov M.O.* The problem of human in the religious heritage of modern kazakh thinkers..... 131
- Magay T.P.* Transformation of business education: an innovative approach..... 141
- Myrzagaliev A.B., Tuktassinova A.A., Samarkhanov T.N., Akzambek A.M.* In vitro introduction of daphne *Altaica pall*..... 151
- Ordabayeva M.* Current issues and trends of the medical and health tourism in Kazakhstan..... 161
- Satkalieva T.* Trends in energy sector of Kazakhstan..... 167
- Berik A.B.* Psychological support of children with mental retardation..... 176

**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 work described 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 originality detection service Cross Check <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

ISSN 2518-1483 (Online), ISSN 2224-5227 (Print)

<http://www.reports-science.kz/index.php/ru/>

Редакторы *М. С. Ахметова, Д. С. Аленов, Т.А. Апендиев*
Верстка на компьютере *А.М. Кульгинбаевой*

Подписано в печать 09.12.2016.
Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.
5,5 п.л. Тираж 2000. Заказ 6.