

ВІДНОВЛЮВАНА ЕНЕРГЕТИКА ТА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ У XXI СТОЛІТТІ

**Матеріали XIX міжнародної
науково-практичної
конференції**

КИЇВ 2018

Національна академія наук України
Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського
Інститут відновлюваної енергетики НАН України
Представництво Польської академії наук в м. Києві
Громадська спілка «Українська воднева рада»
Міжгалузевий науково-технічний центр вітроенергетики ІВЕ НАН України
Кафедра ЮНЕСКО «Вища технічна освіта, прикладний системний
аналіз та інформатика» при КПІ ім. Ігоря Сікорського та ННК «Інститут
прикладного системного аналізу»
Мала академія наук України

XIX МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ

"ВІДНОВЛЮВАНА ЕНЕРГЕТИКА ТА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ У XXI СТОЛІТТІ"

Конференція присвячена:
100-річчю Національної академії наук України,
120-річчю КПІ ім. Ігоря Сікорського,
100-річчю факультету електроенерготехніки та автоматики
КПІ ім. Ігоря Сікорського

Матеріали науково-практичної конференції

26 – 28 травня 2018 року

**КИЇВ
2018**

УДК 620.91

В 42

Рекомендовано до друку Вченою радою Інституту відновлюваної енергетики Національної академії наук України (Протокол №17 від 11.09.2018р.)

ISBN 978-617-696-801-6

УДК 620.91

Відновлювана енергетика та енергоефективність у XXI столітті : матеріали XIX міжнародної науково-практичної конференції (Київ, 26-28 вересня 2018 р.). - 674 с.

У збірнику викладено матеріали доповідей учасників конференції, присвяченої розвитку відновлюваної енергетики з метою подальшого використання відновлюваних джерел енергії для отримання додаткових обсягів теплової та електричної енергії з метою реалізації заходів з енергозбереження та енергоефективності в суспільстві.

Матеріали рекомендовано для науковців, викладачів, фахівців підприємств, аспірантів та студентів які займаються вирішенням проблем енергозбереження та енергоефективності в суспільстві.

Відповідальні за випуск:

Директор Інституту відновлюваної енергетики НАНУ, член-кореспондент НАНУ, професор	Кудря С. О.
Заступник директора з наукових питань Інституту відновлюваної енергетики НАНУ, член-кореспондент НАНУ, д. т. н.	Резцов В. Ф.
Вчений секретар Інституту відновлюваної енергетики НАНУ, к. т. н.	Суржик Т. В.

Матеріали друкуються в авторській редакції. При цитуванні посилання на джерело обов'язкове. Редакція не несе відповідальності за достовірність інформації.

ISBN 978-617-696-801-6

©Колектив авторів, 2018

©Інститут відновлюваної енергетики НАНУ, укладання, оформлення, 2018

ОРГАНІЗАТОРИ

- Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського
- Інститут відновлюваної енергетики НАН України
- Представництво Польської академії наук в м. Києві
- Громадська спілка «Українська воднева рада»
- Міжгалузевий науково-технічний центр вітроенергетики Інституту відновлюваної енергетики НАН України
- Кафедра ЮНЕСКО «Вища технічна освіта, прикладний системний аналіз та інформатика» при КПІ ім. Ігоря Сікорського та ННК «Інститут прикладного системного аналізу»
- Мала академія наук України

СПОНСОР КОНФЕРЕНЦІЇ:

- ТОВ «Емеральд Палас Груп»

ПРИ ПІДТРИМЦІ:

- Національної академії наук України
- Державного агентства з енергоефективності та енергозбереження України
- Науково-технічної спілки енергетиків та електротехніків України
- Асоціації промислових ВЕС України
- Факультету електроенерготехніки та автоматики, кафедри відновлюваних джерел енергії КПІ ім. Ігоря Сікорського
- ВМГО "Зелена енергетика майбутнього"
- EUROSOLAR-Україна
- Українсько-Польського Центру КПІ ім. Ігоря Сікорського
- Асоціації сонячної енергетики України
- Atlas Global Energy
- Energy.UA
- Minxiart
- Науково-технічна компанія "Метрополія"

РЕДАКЦІЙНА РАДА:

- Кудря С.О., д.т.н., чл.-кор. НАНУ
- Резцов В.Ф., д.т.н., чл.-кор. НАНУ
- Суржик Т.В., к.т.н.
- Репкін О.О.
- Кузнецов М.П., д.т.н.
- Васько П.Ф., д.т.н.
- Морозов Ю.П., к.т.н.
- Головка В.М., д.т.н.
- Ключ В.П., к.т.н.
- Ключ С.В., к.т.н.
- Пелелов О.В.

Думка редакційної ради може не співпадати з поглядами авторів матеріалів. Редакція не несе відповідальності за інформацію, надану авторами.

ЗМІСТ

ПРИВІТАННЯ ПРЕЗИДЕНТА НАН УКРАЇНИ Б. Є. ПАТОНА	16
ПРИВІТАННЯ ДИРЕКТОРА ІНСТИТУТУ ВІДНОВЛЮВАНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ НАН УКРАЇНИ С. О. КУДРІ	17
ПРИВІТАННЯ ГОЛОВИ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ АСОЦІАЦІЇ «УКРАЇНСЬКА ВОДНЕВА РАДА» О. О. РЕПКІНА	18
ЗАГАЛЬНІ ПИТАННЯ. КОМБІНОВАНІ СИСТЕМИ І СИСТЕМИ АКУМУЛЮВАННЯ ЕНЕРГІЇ ВДЕ	
ВІДНОВЛЮВАНА ЕНЕРГЕТИКА: ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ, ЕКОНОМІКА, ЕКОЛОГІЯ <i>С. О. Кудря</i>	19
СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ВІДНОВЛЮВАНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ В ОБ'ЄДНАНИХ АРАБСЬКИХ ЕМІРАТАХ <i>Н. М. Мхітарян</i>	25
АНАЛІЗ СТАНУ ТА ТЕНДЕНЦІЙ РОЗВИТКУ РИНКУ ЕНЕРГОСЕРВІСУ В УКРАЇНІ <i>О. М. Ковалко, О. В. Новосельцев</i>	31
АТОМНА ЧИ ВІДНОВЛЮВАНА ЕНЕРГЕТИКА – ЩО ПОТРІБНІШЕ УКРАЇНІ У ХХІ СТОЛІТТІ? <i>В. П. Каян, О. Г. Лебідь</i>	35
ПРІОРИТЕТИ ВІДНОВЛЮВАНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ У ПРОГРАМІ «ГОРИЗОНТ 2020» <i>С. М. Шукаєв, О. К. Сулема, О. С. Мусієнко</i>	40
ОЦІНКА ІНДЕКСІВ АДЕКВАТНОСТІ КОМБІНОВАНИХ ЕНЕРГОСИСТЕМ <i>М. П. Кузнєцов</i>	44
ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ НА ОБ'ЄКТАХ КОМУНАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ <i>С. П. Денисюк, В. І. Василенко</i>	50
ЕНЕРГЕТИЧНЕ ОБСТЕЖЕННЯ СПОРУД НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ ДО ЇХ ТЕРМОМОДЕРНІЗАЦІЇ <i>І. П. Радько, В. А. Наливайко, А. В. Міщенко, О. В. Окушко, Є. О. Антипов</i>	55
ПРОГНОЗУВАННЯ ВАРТОСТІ СОНЯЧНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ НА ОСНОВІ S-КРИВОЇ РОЗВИТКУ ТЕХНОЛОГІЙ ТА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ВИТРАТ РАЙТА <i>Ю. В. Тащєєв</i>	60
НЕОБХІДНІСТЬ ПРОДОВЖЕННЯ ЗЕЛЕНОГО ТАРИФУ В УКРАЇНІ З 2030 Р. <i>Г. С. Трипольська</i>	65

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ УКРАЇНИ В КОНТЕКСТІ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЇЇ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ НЕЗАЛЕЖНОСТІ <i>В. Ю. Павліха, Т. Ю. Бортнюк</i>	69
ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ МАТЕМАТИЧНИХ МЕТОДІВ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ РЕЖИМІВ ЕНЕРГОСИСТЕМ З ВІДНОВЛЮВАНИМИ ДЖЕРЕЛАМИ ЕНЕРГІЇ <i>В. А. Баженев</i>	74
РОЗРОБКА СПЕЦИФІЧНИХ МОДЕЛЕЙ І МЕТОДІВ ПРОЕКТНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ ДЛЯ ПРОЕКТІВ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ МУНІЦИПАЛЬНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ <i>М. Ю. Шкуро</i>	79
ОСНОВНІ НАПРЯМКИ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ЦЕНТРАЛІЗОВАНИХ СИСТЕМ ГАРЯЧОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ <i>О. В. Дутка, Є. Є. Нікітін</i>	84
SIMULATION AND COMPARATIVE ESTIMATION OF ELECTRICITY COST FOR GENERATION AND STORAGE TECHNOLOGIES <i>V. Denisov</i>	88
АЛГОРИТМ ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОГО МІСЦЯ ВСТАНОВЛЕННЯ ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ <i>Д. П. Ширяєва, М. М. Роспопчук, В. В. Кирик, О. С. Богомолова</i>	93
АНАЛІЗ ТА ОЦІНКА ВВЕДЕННЯ ЛІНІЙ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ В ОЕС УКРАЇНИ <i>Ю. С. Кравченко, В. В. Кирик, А. В. Білик</i>	98
РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ СПОЖИВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ <i>О. В. Лисенко</i>	103
ОПТИМАЛЬНЕ РЕГУЛЮВАННЯ НАПРУГИ В РОЗПОДІЛЬНІЙ ЕЛЕКТРИЧНІЙ МЕРЕЖІ З ДЖЕРЕЛАМИ РОЗОСЕРЕДЖЕНОГО ГЕНЕРУВАННЯ <i>О. С. Яндутьський, А. Б. Нестерко, Г. О. Труніна, В. С. Гулий</i>	107
ПОБУДОВА МОДЕЛІ ОЦІНЮВАННЯ НАДІЙНОСТІ РОБОТИ ЕЛЕКТРИЧНОЇ МЕРЕЖІ З РОЗПОДІЛЕНОЮ ГЕНЕРАЦІЄЮ <i>С. В. Казанський, О. Е. Спаський</i>	111
МОДЕЛЮВАННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ОЦІНКИ ДИНАМІЧНОЇ РЕЖИМНОЇ НАДІЙНОСТІ ПРИ КОРОТКИХ ЗАМИКАННЯХ <i>Є. І. Бардик, М. П. Болотний</i>	115

ЗАДАЧІ ГЕОІНФОРМАЦІЙНОГО АНАЛІЗУ ПОТЕНЦІАЛУ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ МІСТА	576
<i>І. С. Комков, Є. Є. Нікітін</i>	
ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ У ПРОЦЕСАХ КОНВЕКТИВНОГО СУШІННЯ	580
<i>Р. О. Шапар, Д. М. Чалаєв, Н. О. Дабіжа</i>	
ОСНОВНІ ПРОБЛЕМИ СЕРТИФІКАЦІЇ СТАЛОГО ВИРОБНИЦТВА МОТОРНИХ БІОПАЛИВ В УКРАЇНІ	585
<i>М. І. Кобець</i>	
ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРОЦЕССОВ БЫТОВОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТОПЛИВА	589
<i>Б. С. Сорока, В. В. Горупа</i>	
МОЖЛИВОСТІ ГЛИБОКОЇ УТИЛІЗАЦІЇ СКИДНОЇ ТЕПЛОТИ ПРОДУКТІВ ЗГОРАННЯ ТВЕРДИХ БІОПАЛИВ	595
<i>М. М. Жовмір, М. О. Будько</i>	
ГАЗИФІКАЦІЯ ВІДНОВЛЮВАНИХ БІОПАЛИВ, ОБТЯЖЕНИХ НЕБЕЗПЕЧНИМИ ЗАБРУДНЕННЯМИ	600
<i>В. Жовтянський, Е. Колеснікова</i>	
SMALL SIZE GASPRODUCER MODULES USAGE SPECIFICITY	604
<i>S. Kukharets, G. Golub, Y. Yarosh</i>	
СНИЖЕНИЯ ВЫБРОСОВ ОКИСЛОВ АЗОТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СТРУЙНО-НИШЕВОЙ ТЕХНОЛОГИИ СЖИГАНИЯ ГАЗООБРАЗНОГО ТОПЛИВА. НАУКА И ПРАКТИКА	613
<i>М. З. Абдулин, К. С. Горбань</i>	
МОДЕЛЮВАННЯ КІНЕТИКИ РОСТУ АСОЦІАЦІЇ МІКРООРГАНІЗМІВ – ПРОДУЦЕНТІВ ЕНЕРГОНОСІЇВ	622
<i>В. В. Шпурик, Н. Б. Голуб</i>	
ВПЛИВ ОСВІТЛЕННЯ ТА ДЖЕРЕЛА АЗОТУ НА ПРОДУКУВАННЯ ТРИАЦИЛГЛІЦЕРОЛІВ CHLORELLA VULGARIS	626
<i>Н. Б. Голуб, І. І. Левтун</i>	
ОТРИМАННЯ БІОГАЗУ З ВІДХОДІВ ШКІРЯНОГО ВИРОБНИЦТВА	630
<i>Н. Б. Голуб, М. В. Шинкарчук, О. А. Козловець</i>	
ПІДВИЩЕННЯ ВИХОДУ БІОГАЗУ ПРИ УТИЛІЗАЦІЇ ПІСЛЯСПИРТОВОЇ БАРДИ	634
<i>Н. Б. Голуб, М. В. Потапова</i>	
ВИЗНАЧЕННЯ ВИХОДУ БІОГАЗУ ПРИ МЕЗОФІЛЬНОМУ БРОДІННІ СТІЧНИХ ВОД	638
<i>І. Л. Гургурова, В. В. Дубровська, В. І. Шкляр</i>	
ПЕРСПЕКТИВА ВИКОРИСТАННЯ ПЕЛЕТ – ПОЄДНАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ, ЕКОЛОГІЇ ТА ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ	643
<i>Р. С. Порало</i>	

ПЕРЕВАГИ ЗАСТОСУВАННЯ ЦУКРОВОГО СОРГО ДЛЯ ОТРИМАННЯ БІОГАЗУ	651
<i>А. В. Будзь, С. М. Гармаш</i>	
ВИРОЩУВАННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ВЕРБИ НА ВОЛИНІ	655
<i>К. Толстушко, О. Гулай</i>	
МЕТАНОВЕ БРОДІННЯ РІДКИХ ВІДХОДІВ ГАЗИФІКАЦІЇ БІОМАСИ СУМІСНО З ГНОЙОВИМИ СТОКАМИ	660
<i>Г. О. Четверик, З. В. Маслюкова</i>	
ГАЗОГЕНЕРАТОРНІ ПЛИТИ НА БІОПАЛИВІ	665
<i>Г. Г. Дідкієвська, Є. Г. Новицька</i>	
ЩОДО ЕФЕКТИВНОСТІ ВПЛИВУ ЕЛЕКТРИЧНИМ ПОЛЕМ НА СУБСТРАТ ПРИ РІЗНИХ ТЕМПЕРАТУРНИХ РЕЖИМАХ	668
<i>В. Л. Коваленко, О. І. Лапікова</i>	

умов для запровадження сертифікації сталості виробництва біопалив, а саме – не створений реєстр територій, систематизованих за викидами парникових газів від вирощування біомаси (сировини) для виробництва біопалив.

З огляду на вищенаведене пропонується:

- відмовитись від створення національної системи сертифікації сталості виробництва моторних біопалив;
- Держенергоефективності розмістити на своєму сайті навчальні та роз'яснювальні матеріали щодо проведення сертифікації сталості виробництва біопалив з використанням численних матеріалів, нароблених проектами міжнародної технічної допомоги з цієї тематики;
- створити робочу групу при Держенергоефективності для доопрацювання законопроекту (рег. №7348 від 29.11.2017);
- розпочати співпрацю з авторизованими в Україні сертифікаційними компаніями та налагодити B2G (business-to-government) співробітництво.

УДК 662.951.22:662.6/9:662.614.2(043.2)

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРОЦЕССОВ БЫТОВОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТОПЛИВА

Б. С. Сорока¹, В. В. Горупа²,

*Институт газа НАН Украины, Киев, ул. Дегтяревская
39, 03113 Киев, Украина, e-mail: boris.soroka@gmail.com*

Выполнен термодинамический анализ энергетической и экологической составляющих процессов сжигания природного и сжиженного (пропан-бутановой смеси) газов. Рассмотрено КПД использования углеводородных топлив и показано слабое отличие их величин от типа алкана. В связи с наблюдаемым в ряде случаев образованием NO_2 анализируется влияние температуры и состава горючей смеси на возможность появления диоксида азота в продуктах сгорания. Дана оценка удельного выхода NO_x и CO_2 на единицу полезной энергии применительно к использованию топлива в газовых плитах.

Ключевые слова: атмосферная горелка, бытовая газовая плита, оксиды азота, природный газ, продукты сгорания, сжиженный газ, термодинамический анализ.

THERMODYNAMIC ANALYSIS OF PUBLIC AND DOMESTIC GAS FUELS USING

B. S. Soroka¹, V. V. Horupa²,

*Gas Institute of NAS of Ukraine, Kyiv, 39, Dehtiarivska Str.,
03113 Kyiv, Ukraine, e-mail: boris.soroka@gmail.com*

The results of thermodynamic analysis of power and environmental constituents of combustion process for the natural and the liquefied (the propane and butane mixtures) gases have been studied and compared.

The efficiency of hydrocarbon fuels using has been considered and the insignificant difference regarding an influence of composition the burning mixture on opportunity the nitrogen dioxide formation has been analyzed.

An evaluation of specific formation of NO_x as harmful effluents and the same for CO₂ as greenhouse gas has been carried out.

Keywords: *atmospheric burner, domestic gas cookers, natural gas, combustion products, liquefied gas, nitrogen oxides, thermodynamic analysis.*

ORCID: 10000-0001-9174-0992.

Процессы сжигания топлива в топочных системах энергетического и промышленного назначения подвергаются термодинамическому анализу в условиях схематизации, именуемой «идеальной печью». В такой постановке предполагается, что разность полных энтальпий теплоносителя – продуктов сгорания при теоретической температуре горения T_T , и при температуре на выходе из топки T_{ex} соответствуют потоку полезно использованной энергии \dot{Q}_{use} . В случае открытых систем типа газовых плит базовая температурная характеристика T_{ex} отсутствует. Приемник полезной энергии находится при низкой температуре, условно совпадающей с температурой кипения воды $T_e \approx 373K$, тепловая энергия горения в системе в значительной мере рассеивается.

Если применить концепцию «идеальной печи» к анализу эффективности использования топлива в бытовых газовых устройствах, то оценочные значения КПД η_f близки к 1,0 в то время, как в наших опытах с атмосферными горелками η_f составлял 51% для газовых плит «NORD», а системы «SABAF» $\eta_f = 55\%$ при одинаковом расстоянии от горелки до теплоприемника.

В соответствии с нормативами (ДСТУ 2204 – 93. *Плити газові побутові. Загальні технічні умови.*) КПД $\eta_f = \dot{Q}_{use} / \dot{Q}_{in}$, должно составить не менее 59%. Здесь \dot{Q}_{in} – поток энергии топлива, кВт.

В качестве топлива для использования в газовых плитах служат 2 основных типа углеводородных газов: природный и сжиженный (пропан-бутановая смесь). На рис. 1 представлены КПД η_f для указанных топлив в зависимости от температуры T_{ex} . Построенные нами кривые были получены с использованием прикладных программных комплексов «FUELS» и «TERRA». Как следует из рис. 1, КПД использования топлива для случаев различных углеводородных газов (алканов) C_nH_{2n+2} практически не отличается

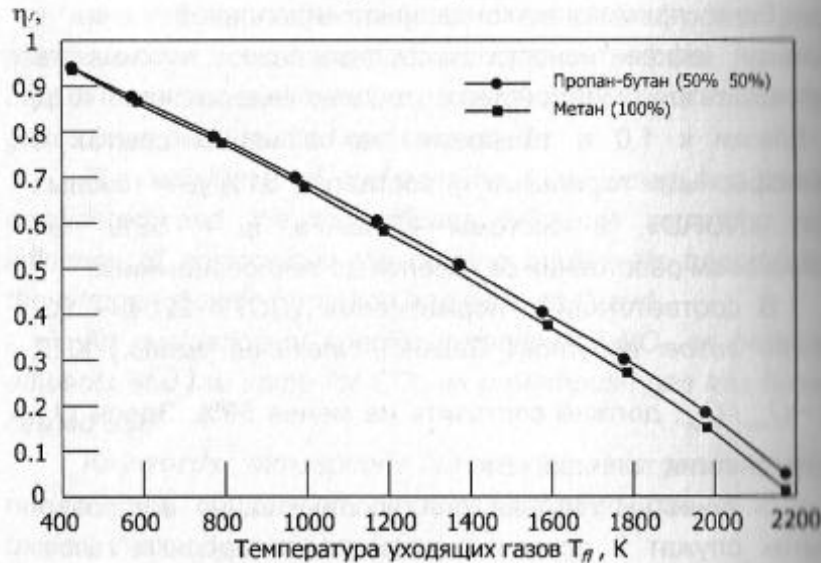


Рис. 1. Зависимость КПД использования топлива от температуры уходящих газов.

Важнейшим вопросом при анализе возможности появления NO_2 при сжигании в плитах, о чем указывалось в работе [1], является рассмотрение равновесия системы $\text{NO}-\text{O}_2-\text{NO}_2$. Константа равновесия реакции (A^*) в зависимости от температуры может быть найдена с использованием констант реакций атомизации молекулярных соединений (NO , O_2 , NO_2 – см (A^{***})), задействованных в брутто-реакции (A^*) образования NO_2 .

$$2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2 \quad (A^*)$$

Зависимость K_p от температуры T (рис 2), позволяет сделать вывод о смещении равновесия реакции образования NO_2 в сторону низких температур. С учетом сопутствующего этому снижения скорости реакции можно предположить, что вероятность появления NO_2

повышается в застойных низкотемпературных областях горения и движения реагирующей смеси.

$$K_p = \frac{P_{\text{NO}_2}^2}{P_{\text{NO}}^2 P_{\text{O}_2}} = \frac{K_{\text{NO}}^2 K_{\text{O}_2}}{K_{\text{NO}_2}^2} \quad (A^{**})$$

где p_x и K_x парциальное давление и константы реакции атомизации компонента X

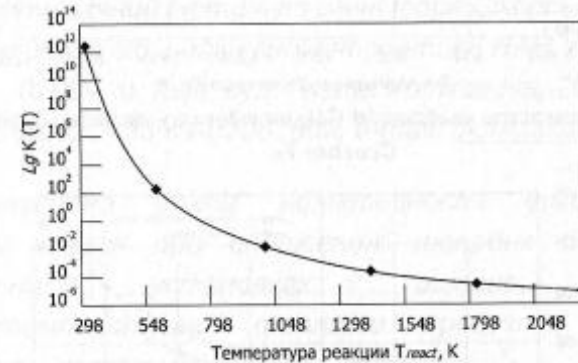


Рис. 2. Зависимость константы K_p равновесия реакции (A^*) от температуры реакции $T_{\text{реакт}}$.

$$K_{\text{NO}_2} = \frac{P_{\text{N}} P_{\text{O}}^2}{P_{\text{NO}_2}}, \quad K_{\text{NO}} = \frac{P_{\text{N}} P_{\text{O}}}{P_{\text{NO}}}, \quad K_{\text{O}_2} = \frac{P_{\text{O}}^2}{P_{\text{O}_2}} \quad (A^{***})$$

Из этого следует, что схема взаимного расположения выходных отверстий горелочных устройств по отношению к нагреваемой поверхностям, формирующая аэродинамику потока продуктов сгорания, определяет время пребывания реагирующих газов $\tau_{\text{реакт}}$.

Сопоставление результатов испытаний горелок плит «NORD» (Украина) и «SABAF» (Италия) показало наличие $[\text{NO}_2]$ в 1-ом случае и практическое отсутствие этих выбросов в – во 2-ом случае в продуктах сгорания природного газа.

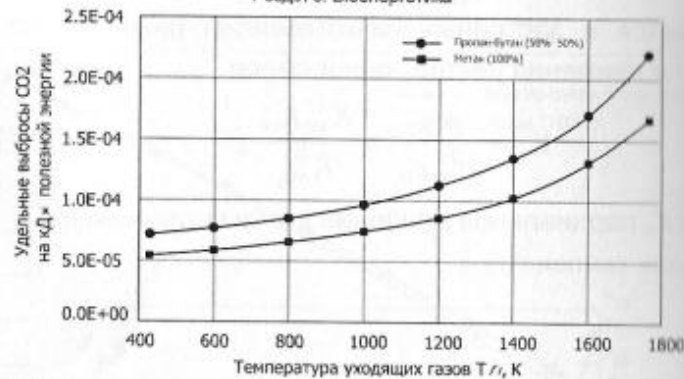


Рис. 3. Зависимость выбросов CO_2 на единицу полезной энергии S_{CO_2} от T_g .

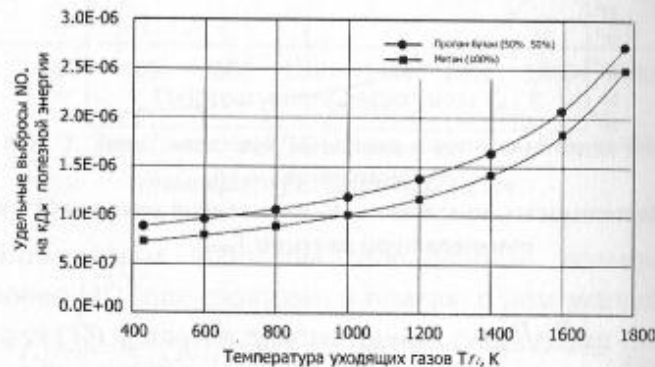


Рис. 4. Зависимость выбросов NO_2 на единицу полезной энергии S_{NO_2} от T_g .

На рис. 3,4 представлены зависимости удельных расчетных значений выбросов CO_2 и NO_2 на единицу полезной энергии от температуры уходящих газов T_g . Полученные данные указывают на сходный характер соответствующих зависимостей для углеводородных топлив и относительно небольшие (17-20%) превышения.

Литература:

1. Cooking Up Indoor Air Pollution [Online resource]. – Access mode: <https://ehp.niehs.nih.gov/wp-content/uploads/122/1/ehp.122-A27.pdf>.

УДК 620.952+662.614.422

МОЖЛИВОСТІ ГЛИБОКОЇ УТИЛІЗАЦІЇ СКИДНОЇ ТЕПЛОТИ ПРОДУКТІВ ЗГОРАННЯ ТВЕРДИХ БІОПАЛИВ

М. М. Жовмір¹, М. О. Будько²,

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,
Інститут відновлюваної енергетики НАН України
02094, м. Київ, вул. Гната Хоткевича, 20А,
тел./факс.: +38(044)2062809, e-mail: biomassa@ukr.net

Наведено аналіз ефективності використання хімічної енергії при спалюванні твердих біопалив в котельних установках, оцінено ресурси низькотемпературної теплоти продуктів згорання біопалив у котельнях та ТЕЦ України.

Ключові слова: біопаливо, енергія, втрати, димові гази, прихована теплота.

POSSIBILITIES OF DEEP UTILIZATION OF WASTE HEAT FROM FLUE GAS OF SOLID BIOFUELS

M. Zhovmir¹; M. Budko²,

National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Institute for Renewable Energy of NAS of Ukraine, 20A, Gnata Hotkevicha str., 02094, Kyiv, Ukraine, tel./fax: +38(044)2062809, e-mail: biomassa@ukr.net

Efficiency of chemical energy usage at solid biofuels burning in-boilers is analysed, resources of low-temperature

продукованого газу на 85,16% та скорочення тривалості циклу до 5 діб. Враховуючи те, що зниження температури в біореакторі з 52-58 °С до 30-35 °С дозволить зменшити витрати на підігрів, а в літній період взагалі відмовитись від нього, всі вищезазначені фактори призведуть до суттєвого підвищення загальної економічної ефективності роботи біогазової установки.

Експериментальний цикл біометаногенезу при психрофільному температурному режимі та впливі електричного поля інтенсивністю 0,95 В/см характеризувався майже відсутністю виділення біогазу. Це дозволяє зробити висновок, що при заданому рівні напруженості відбувається повне пригнічення життєдіяльності мікроорганізмів, задіяних в процесі виробництва біогазу при психрофільному рівні температур.

Висновки. Проведені дослідження дозволили визначити, що вплив електричного поля інтенсивністю $0,95 \pm 0,1$ В/см призводить до пригнічення процесу біометаногенезу при психрофільному режимі, стимулює виділення газу і призводить до збільшення його об'ємів на 18,71% при термофільному режимі та має найбільш суттєвий ефект при мезофільному режимі, не тільки збільшуючи об'єм продукованого газу на 85,16% і скорочуючи тривалість циклу, але й дозволяючи суттєво скоротити витрати на підігрів субстрату.

МАТЕРІАЛИ ХІХ МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
**ВІДНОВЛЮВАНА ЕНЕРГЕТИКА
ТА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ У ХХІ СТОЛІТТІ**
Київ, 26 – 28 вересня 2018 року

Оригінал-макет підготовлено редакційним відділом ІВЕ НАНУ.

Наукові редактори: Кудря С. О., Резцов В. Ф., Суржик Т. В., Репкін О. О., Кузнецов М. П., Васько П. Ф., Морозов Ю. П., Головка В. М., Ключ В. П., Ключ С. В., Пепелов О. В.

Редакційна група: Щокін А. Р., Пономаренко О. П., Щокіна В. А., Іванчук О. І.

Обкладинку розробив: Пепелов О. В.

Верстка: Тейфнанц М. А., Пономаренко О. П., Щокіна В. А.

Підписано до друку 11.09.2018 р. Протокол №17 від 11.09.2018 р.
Формат 60 x 84/16. Друк – офсетний.
Умовн. друк. арк. 22.75. Наклад 200 прим.

Видавець: ТОВ «НВП «ІНТЕРСЕРВІС»,
02099, м. Київ, вул. Бориспільська, 9,
Зареєстровано 01.09.2004, свідоцтво: серія КВ, № 9115.
Ціна договірна.

Віддруковано: Поліграфічна компанія ТОВ «КАЛЕНДАРІ»
02099, м. Київ, вул. Бориспільська, 9.