**РЕФЕРАТ**

**наукової роботи**

**«Методи і засоби контролю якості палив**

**та підвищення ефективності їх спалювання»**

**авторів к.т.н. Запорожця А.О., к.т.н. Іванова С.О., к.т.н. Сергієнка Р.В.**

Завдання підвищення ефективності використання різних видів палив та зменшення викидів шкідливих речовин особливо актуальні в галузях теплоенергетики, металургії, хімічній промисловості, де спалювання великої кількості палива проходить з низьким коефіцієнтом корисної дії.

В умовах стрімкого зростання вартості викопних енергоресурсів та їх гострого дефіциту, питання визначення якості паливних матеріалів, що видобуваються на території України чи імпортуються, набуває значної актуальності, оскільки є головним при проведенні економічних розрахунків, обґрунтуванні цінової політики тощо.

Існуючі методи визначення теплоенергетичних характеристик палив, як аналітичні, так і експериментальні, не задовольняють потреби в точності та простоті отримання результатів вимірювання як при дослідженнях традиційних паливних матеріалів (газ, дизельне паливо, вугілля), так і нетрадиційних – рослинної сировини, компонентів біопалив, харчової продукції чи твердих побутових відходів. Врахування всіх факторів впливу, що супроводжують фізичні процеси при вимірюванні теплоенергетичних характеристик різних типів палив є ускладненим, а експериментальне дослідження потребує застосування спеціалізованих засобів вимірювання.

На даний час в Україні існує гострий дефіцит сучасних засобів вимірювання теплоенергетичних характеристик палив, зокрема теплоти випаровування, теплоємності, теплоти згорання, що надходять на підприємства теплової генерації. Наявність таких пристроїв дозволить значно підвищити точність визначення теплоенергетичних характеристик паливних матеріалів, що дасть змогу покращити розрахунки техніко-економічних показників котельних агрегатів.

Такі прилади повинні мати ряд особливостей, серед яких: 1) задовільні для масових технічних вимірювань метрологічні характеристики; 2) можливість автоматизації процесів підготовки до вимірювань та самих вимірювань; 3) конструкція пристрою та його елементів має бути економічно доцільною в умовах дрібносерійного виробництва.

Розроблені в різні роки фахівцями Інституту технічної теплофізики пристрої для визначення теплоенергетичних параметрів паливних матеріалів частково задовільнили потреби енергетичного сектору, але сучасні тенденції в приладобудуванні вимагають значного підвищення швидкодії та точності вимірювань.

Разом з вимірюванням теплоенергетичних характеристик палива, важливим завданням є вдосконалення процесу спалювання палива, що потребує одночасного рішенням складних і часто взаємовиключних задач: підвищення економічності його спалювання і зменшення викидів шкідливих речовин в атмосферу, а також зниження капітальних затрат на їх реалізацію.

В економічній ситуації, що на сьогодні склалася в Україні, важливим є вдосконалення існуючих котлоагрегатів, а не будівництво нових, тому із існуючих напрямів енергоекологічної оптимізації спалювання палива перспективним є технологічний, направлений на усунення причин та механізмів неекономічного спалювання палива та утворення шкідливих речовин.

Таким чином, розвиток методів та розроблення засобів контролю якості палив та підвищення ефективності їх спалювання є актуальним науково-прикладним завданням.

**Метою роботи** є забезпечення високоефективного використання паливних ресурсів в умовах їхнього обмеженого видобутку зі зменшенням утворення шкідливих викидів при спалюванні у котлоагрегатах, що включає розроблення методів та пристроїв для забезпечення високоточного та швидкого вимірювання теплоенергетичних характеристик (теплоти випаровування, теплоємності, теплоти згорання) різних видів паливних матеріалів, і розвиток методів та ефективних конструктивно-технологічних рішень для збільшення енергетичної ефективності котлоагрегатів.

Дана наукова робота містить наукові та прикладні результати, отримані авторами під час спільних та індивідуальних наукових досліджень, що були проведені ними в період 2014-2018 рр. в межах тематичних планів відділу моніторингу та оптимізації теплофізичних процесів Інституту технічної теплофізики НАН України (ІТТФ НАН України), затверджених Президією НАН України.

**Наукова новизна отриманих результатів.**

1. Вперше розроблено метод вимірювання теплоти випаровування та теплоємності при сушінні біологічних палив, який реалізується на базі методу синхронного теплового аналізу, що дозволило виявити механізм одночасного випаровування вільної та зв’язаної вологи з капілярно-пористих матеріалів.
2. Вперше запропоновано метод оцінки впливу неідентичності умов теплообміну в комірках калориметру через зниження температури поверхні біологічних палив та розроблено методи його компенсації, що дало змогу зменшити систематичну похибку вимірювання.
3. Вперше розроблено метод квазідиференціальних вимірювань у бомбовій калориметрії для визначення теплоти згорання паливних матеріалів, який при суттєвому зменшенні масогабаритних характеристик засобу вимірювання дозволяє зберегти усі переваги диференціальної схеми, що забезпечує зменшення похибки вимірювання через вплив зовнішніх факторів при калориметричному експерименті.
4. Вперше запропоновано метод та систему керування процесом спалювання палив в котлоагрегатах, який базуються на частотному регулюванні складу повітряно-паливної суміші, що дозволило підвищити ефективність використання паливних матеріалів на теплоенергетичних об'єктах.
5. Вперше запропоновано метод вимірювання коефіцієнта надлишку повітря як параметра якості процесу спалювання на основі врахування поточної концентрації кисню в повітрі, що дало змогу підвищити ефективність керування процесом спалювання палива.
6. Розвинуто методи динамічного вимірювання теплоти згорання паливних матеріалів в бомбовому калориметрі, що дозволили зменшити час встановлення результатів визначення енергетичних характеристик палива.

**Науково-технічні результати.**

Під час проведення прикладних наукових досліджень авторами роботи були одержані наступні науково-технічні результати:

1. Створено систему визначення теплоти випаровування та теплоємності вологих матеріалів

Даний пристрій є багатокомірковим калориметром, що працює за принципом покрокового сканування (ДСТУ ISO 11357-4) та призначений для вимірювання теплоенергетичних характеристик широкого спектру матеріалів.

Основні переваги:

* можливість дослідження теплоенергетичних характеристик широкого ряду сировини різної структури та властивостей;
* широкий діапазон вимірювання теплоти випаровування (700-2500 Дж/г);
* високі метрологічні характеристики визначення теплоенергетичних параметрів (на рівні кращих світових аналогів);

Сфера застосування: науково-дослідні, випробувальні та сертифікаційні лабораторії.

1. Створено квазідиференціальний бомбовий калориметр згорання

Даний пристрій є безводним кондуктивним калориметром згорання і призначений для вимірювання теплоти згорання твердих, рідких та газоподібних паливних матеріалів.

Основні переваги:

* не потребує дистильованої води;
* забезпечує автоматизацію вимірювання теплоти згорання та опрацювання експериментальних даних;
* компактна конструкція, зручне обслуговування;
* не потребує спеціальних зовнішніх температурно-вологісних умов;
* швидкодія пристрою та метрологічні характеристики на рівні кращих світових аналогів.

Сфера застосування: ТЕС, ТЕЦ, промислові та опалювальні котельні, науково-дослідні, випробувальні та сертифікаційні лабораторії.

1. Розроблено систему керування процесом спалювання палива в котлоагрегатах

Розробка призначена для високоефективного спалювання газоподібного та рідкого палива в котлоагрегатах потужністю до 3,5 МВт.

Основні переваги:

* відсутність системи відбору та підготовки проби;
* швидке вимірювання концентрації кисню у вихідних газах (0,1-0,2 с);
* безперебійна робота;
* довгий термін експлуатації;
* легка інсталяція на різні типи котлових агрегатів;
* порівняно низька ціна;
* високі енергетичні та екологічні показники на рівні кращих вітчизняних аналогів (підвищення ККД котлоагрегату на 6-20%; підтримання концентрації СО в межах 50-300 ppm).

Сфера застосування: промислові та опалювальні котельні.

**Практичне значення роботи.**

1. Запропоновано структуру теплового блоку системи вимірювання теплоенергетичних параметрів паливних матеріалів, що забезпечує компенсацію неідентичності умов теплообміну в комірках шляхом безконтактного вимірювання температури поверхонь зразка і референта.
2. Розроблено ряд спеціалізованих калориметричних платформ з комірками різної конфігурації для експериментальних досліджень паливних матеріалів різної структури.
3. Обґрунтовані та створені нові методи і технічні рішення вимірювання теплотворної здатності палива з покращеними експлуатаційними та метрологічними характеристиками.
4. Створені алгоритми та програмне забезпечення для контролю та вимірювання калорійності палива, що дало змогу автоматизувати процес вимірювання.
5. Запропоновано структуру системи керування процесом спалювання палива із частотним регулюванням складу повітряно-паливної суміші за сигналами зворотнього зв’язку від сенсора кисню, що дозволило підвищити ефективність та екологічність використання паливних матеріалів.
6. Розроблено технічні рішення та створені методи і засоби вимірювання концентрації кисню в повітря для підвищення точності вимірювання параметрів ефективності використання паливних матеріалів.

**Впровадження роботи.** Результати досліджень впроваджено в КП ВМР «Вінницяміськтеплоенерго», ДП «Рівнестандартметрологія», ДП «НТЦ енергетичного приладобудування», ПП «Полтава-Теплоприлад», ТОВ НВП «Машинобудування», ТОВ «Укрекоконсалт», ДП «Завод «Електроважмаш».

**Апробація результатів дослідження.** Основні положення і результати наукової роботи доповідались і обговорювались на Всеукраїнській науково-практичній конференції молодих учених, спеціалістів, аспірантів «Енергетика, енергозбереження на початку ХХІ століття» (2014р., м. Маріуполь), Міжнародній науковій конференції «Актуальные проблемы фундаментальных и прикладных наук в современном информационном обществе» (2014, 2015 рр., м. Довгопрудний, Російська Федерація), Міжнародній науково-технічній конференції «Проблеми сучасної енергетики і автоматики в системі природокористування» (2014р., м. Київ), Міжнародній науково-технічній конференції «Проблемы ресурсо- и энергосберегающих технологий в промышленности и АПК» (2014р., м. Іваново, Російська Федерація), 7-й Міжнародній науково-технічній конференції «Сучасні прилади, матеріали і технології для неруйнівного контролю і технічної діагностики машинобудівного і нафтогазопромислового обладнання» (2014р., м. Івано-Франківськ), Всеукраїнській науково-технічній конференції студентів, аспірантів і молодих учених «Молодь: наука та інновації» (2014, 2016 рр., м. Дніпро), Міжнародній науково-технічній конференції «Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах» (2015, 2016 рр., м. Одеса), Міжнародній науково-практичній конференції «Інтегровані інтелектуальні робототехнічні комплекси» (2015, 2016р., м. Київ), XXV Національному науковому симпозіумі з міжнародною участю «Метрологія та метрологічне забезпечення – 2015» (2015р., м. Созополь, Болгарія), XV Міжнародній конференції «Проблеми інформатики та моделювання» (2015р., м. Одеса), VIII Міжнародній науково-практичній конференції «Нетрадиційні та поновлювальні джерела енергії як альтернативні первинним джерелам енергії в регіоні» (2015р., м. Львів), VI Міжнародній науково-практичній конференції вчених, аспіарнтів і студентів «Наукові здобутки у вирішенні актуальних проблем виробництва та переробки сировини, стандартизації і безпеки продовольства» (2016р, Київ), Міжнародній конференції «Проблеми промислової теплотехніки» (2015р. м. Київ), 8-й Національній науково-технічній конференції UkrNDT-2016 (2016р., м. Київ), X Міжнародній науково-технічній конференції «Метрологія та вимірювальна техніка» (2016р., м. Харків), Міжнародній науково-технічній конференції «Повышение эффективности процессов и аппаратов в химической и смежных отраслях промышленности» (м. Москва, Російська Федерація), International Symposium on Sustainable Aviation (2017р., м. Київ), XVI Міжнародній науково-технічній конференції «Совершенствование энергоустановок методами математического и физического моделирования» (2017р., м. Харків), XVIII Міжнародній науково-практичній конференції «Відновлювальна енергетика та енергоефективність у XXI столітті» (2017р., м. Київ), науковій конференції НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського» «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка» (2017р., м. Київ), Міжнародній науково-практичній конференції «Цілі сталого розвитку третього тисячоліття: виклики для університетів наук про життя» (2018р., м. Київ), Міжнародній науково-практичній конференції молодих учених і студентів «Політ. Сучасні проблеми науки» (2018р., м. Київ), XVII Міжнародній науково-технічній конференції «Приладобудування: стан і перспективи» (2018р, м. Київ), International Scientific and Technical Conference “Computer Sciences and Information Technologies” (2018р., м. Львів).

Кількість публікацій: 151, у т.ч. за тематикою роботи 3 монографії (1 – англійською мовою); 34 статей (9 – у зарубіжних виданнях); 30 тез доповідей, 11 патентів України (з них 8 – на винахід, 3 – на корисну модель).  Загальна кількість посилань на публікації авторів/h-індекс роботи згідно з базами даних складає відповідно: Scopus – 2/1; Google Scholar – 166/10.

Автори

\_\_\_\_\_\_ /Запорожець А.О./

(*підпис*)

\_\_\_\_\_\_ /Іванов С.О./

*(підпис)*

\_\_\_\_\_\_ /Сергієнко Р.В./

*(підпис)*