

*A physical model for the formation of metal nanoparticles produced by electric dispersion in water was studied; their morphology and structural-phase composition was investigated.*

***Physics of electrical discharge, biogenic nanoparticles of metals, colloids, biological functionality.***

УДК 631.3

## РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧА ТЕХНОЛОГІЯ ПРИ КАЛОРИМЕТРИЧНИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ

***В.Є. Василенков, кандидат технічних наук***

*Описано перелік калориметричних стандартів для визначення енергетичного еквівалента калориметра за рахунок визначення енергії згорання іншої речовини, а також запропоновано як стандарт цукрову пудру.*

***Калориметр, градування, температура, стандартний зразок, бензойна кислота.***

Градування калориметра полягає у встановленні співвідношення між кількістю енергії, що отримала калориметрична система, і як результат, зміна її стану (найчастіше за все температури, рідше – маси, об'єму тощо). Нижче розглянуто приклади градування деяких типів калориметрів. Особливу увагу приділено градуванню калориметрів змінної температури через їх широке розповсюдження.

При проведенні дослідів у калориметрах змінної температури теплоту  $Q$  процесу, що відбувається в калориметрі, обчислюють за рівнянням:

$$Q = W \Delta T,$$

де  $W$  – теплове значення калориметра;  $\Delta T$  – зміна його температури.

У калориметричних роботах, що проводилися раніше,  $W$  зазвичай обчислювали за вагою та теплоємністю речовин, що входять до калориметричної системи і часто називали теплоємністю калориметра. Нині цей спосіб не використовується з таких причин. По-перше, для його успішного застосування треба знати теплоємність всіх речовин, що складають калориметричну систему, з досить високою точністю. По-друге, калориметрична система ніколи не перебуває в повній ізоляції і тому, як правило, не має суворо визначених меж.

Тому завданням градування є емпіричне визначення величини  $W$  за рівнянням  $W = Q_{\text{кал}} / \Delta T_{\text{кал}}$ , яке здійснюється шляхом введення в калориметр відомої кількості енергії  $Q_{\text{кал}}$ , і вимірювання підвищення температури  $\Delta T_{\text{кал}}$ . Знайдена величина  $W$  не є теплоємністю калориметричної

системи (хоча і близька до неї), а є деякою ефективною величиною, постійною для цього калориметра в наведених умовах. Щоб підкреслити цю розбіжність, величину  $W$  називають тепловим значенням або енергетичним еквівалентом калориметра.

Стандартні речовини, що застосовуються для градування калориметрів, нерідко називають еталонними або первинними стандартами (англійський термін - standard reference material). Застосування стандартних речовин дозволяє максимально наблизити умови градування до умов наступних калориметричних вимірів. Наприклад, теплове значення калориметрів, призначених для визначення енергій згорання органічних речовин, найчастіше визначають шляхом спалення еталонної бензойної кислоти, яка спеціально для цієї мети випускається провідними метрологічними інститутами різних країн. Такий спосіб не тільки відрізняється простотою, але й має певні переваги перед електричним завдяки тому, що криві зміни температури при спаленні бензойної кислоти та інших органічних речовин близькі за формою і це дозволяє знизити рівень системної похибки. У той же час висока точність, з якою встановлена енергія згорання бензойної кислоти (похибка не перевищує 0,01 %), дає можливість визначати енергії згорання інших органічних речовин з приблизно такою ж точністю.

Бензойна кислота, яка використовується в калориметрії, як еталон енергії, повинна мати дуже високу чистоту. Еталонна бензойна кислота марки К-1, яку випускає в бувшому СРСР, Всеросійський науково-дослідний інститут метрології ім. Д.І. Менделєєва (ВНИИМ, м. С.-Петербург), має чистоту 99,997 мол.%..

Приблизно так само атестована бензойна кислота, що випускається Бюро стандартів США (нині Національний інститут Стандартів і Технологій). як калориметричний стандарт згідно з сертифікатом, її чистота - 99,997 мол.%, Вміст вологи - близько 0,002% .

Бензойна кислота була прийнята як стандартна речовина в калориметрії, рішенням 2-ї Міжнародної конференції з хімії IUPAC в 1921 р. Пізніше енергія згорання бензойної кислоти уточнювалася в численних роботах. У сертифікаті на бензойну кислоту, що випускається як калориметричний стандарт США, прийняте значення її енергії згорання  $\Delta U_V = 26434$  Дж / г.

Речовини, які використовують для контролю правильності результатів, у вітчизняній літературі, найчастіше називають вторинними стандартами (аналогічний англійський термін – secondary standard). Проте останнім часом в англійській термохімічній літературі відповідно до рекомендації IUPAC частіше вживають термін "test substances", що більшою мірою відповідає призначенню цих речовин. У вітчизняній літературі ж поряд з терміном "вторинний стандарт" для таких речовин стали часто використовувати назву "зразкові речовини для калориметрії" .

Основні вимоги до зразкових речовин полягають у такому :

- речовини повинні бути легкодоступні в чистому стані;
- вони повинні бути стабільні і негігроскопічні;
- речовини не повинні бути летючими;

- термодинамічна величина, яка використовується для контролю повинна бути надійно встановлена.

Крім цих загальних вимог, існують й інші вимоги для конкретних груп речовин. Так, речовини, що застосовуються як вторинні стандарти, при перевірці калориметрів для вимірювання теплоємності не повинні зазнавати фазових переходів у всьому діапазоні їх застосування. Вторинні стандарти для калориметрії згорання повинні мати форму, зручну для спалювання, а їх згорання в бомбі має бути без будь-яких технічних труднощів.

Нижче наведено найтипівіші вторинні стандарти, що часто використовуються в калориметрії.

Як вторинний стандарт для калориметрії спалення у бомбі органічних речовин постійною термохімічною комісією IUPAC у 1936 р. було запропоновано бурштинову кислоту. У таблицях, прийнятих державною службою стандартних довідкових даних (ГСССД), для бурштинової кислоти вказано значення ентальпії реакції, що дорівнює  $12638.0 \pm 1.7$  Дж / г.

Як вторинний стандарт при визначенні енергій згорання хлорорганічних і фторорганічних сполук з відносно низьким вмістом хлору та фтору використовується пара-хлорбензойна або пара-фторбензойна кислоти. У таблицях, опублікованих ГСССД для них наведені значення ентальпії, відповідно:

$19566.6 \pm 1.9$  Дж / г і  $21861.9 \pm 2.6$  Дж / г.

Як вторинний стандарт для калориметрії спалення азотовмісних органічних речовин з відносно низьким вмістом азоту запропоновано ацетанлід з ентальпією  $31234.0 \pm 5.6$  Дж / г. Вторинним стандартом у калориметрії спалювання азотовмісних органічних речовин з відносно високим вмістом азоту служить сечовина з ентальпією  $10540.1 \pm 2.0$  Дж / г. Діфенілсульфід є вторинним стандартом при визначенні енергії згорання сіркорганічних сполук з ентальпією  $33467.8 \pm 3.5$  Дж / г. Метан з енергією спалювання  $55505 \pm 15$  Дж / г, використовують, як вторинний стандарт, для калориметрів при визначенні в них ентальпії згорання газоподібних або рідких летючих речовин.

Наведені приклади далеко не вичерпують усього різноманіття вторинних стандартів, які застосовуються в калориметрії.

Коло речовин, які використовують в калориметрії в якості вторинних стандартів, розширюється в міру розвитку експериментальних робіт, а їх характеристики уточнюються, тому в термохімічній літературі, нерідко можна зустріти й інші речовини, що пропонуються, як вторинні стандарти, окрім згаданих вище. Важливо, щоб вони задовольняли перерахованим раніше вимогам.

Крім того, слід зазначити, що нині основний первинний калориметричний стандарт, а саме, бензойну кислоту, випускає як близьке так і дальнє зарубіжжя, але не Україна, тобто маємо чергову залежність.

**Мета досліджень** – розширення переліку калориметричних стандартів для визначення енергетичного еквівалента калориметра за рахунок визначення енергії згорання іншої речовини, а саме, цукрової пудри.

**Матеріали та методика досліджень.** Для визначення енергії згорання цукрової пудри використовувався обов'язковий стандарт ГОСТ 21261-91 Метод определения высшей теплоты сгорания и вычисления низшей теплоты сгорания.

**Результати досліджень.** Проведені експериментальні дослідження на кафедрі теплоенергетики Національного університету біоресурсів і природокористування України з визначення теплотворної властивості калориметричного стандарту, а саме, цукрової пудри, показали, що наважка цукрової пудри вагою 1 г при повному спалюванні в калориметричній бомбі в середовищі стиснутого кисню під тиском 30 атм. і температурі 25 °С дає теплотворну властивість аналітичної проби по бомбі 3980 кал/г.

У технічній енциклопедії 1931 р. (т. 9, розділ „Калориметрія”) наведено результати теплоти згорання цукрової пудри, визначені Річардсом, які дорівнюють 3951,5 кал/г при зважуванні наважки цукрової пудри у повітрі, тобто в реальних умовах. Таким чином, наші дослідження практично підтверджують визнану в 1931 р. калорійність цукрової пудри.

### **Висновки**

Спосіб градування калориметра в ізотермічному режимі при постійному об'ємі за допомогою калориметричного стандарту цукрової пудри дає можливість: розширити перелік калориметричних стандартів і запропонувати в ДСТУ як стандартну речовину використовувати цукрову пудру з хімічною формулою  $C_{12}H_{12}O_{11}$ ; теплотворну властивість цукрової пудри, як стандартної речовини вважати 3980 кал/г; уникнути імпорту залежності щодо калориметричних стандартів; зменшити собівартість проведення калориметричних дослідів (1 кг бензойної кислоти коштує до 40 тис. грн., що значно більше вартості цукрової пудри).

### **Список літератури**

1. Кирьянов К. Калориметрические методы исследования / Кирьянов К. – Нижний Новгород: Образовательно-научный центр, 2007. – С. 13-14.
2. Метод определения высшей теплоты сгорания и вычисления низшей теплоты сгорания: ГОСТ 21261-91. – [Введен 01–07–1992]. – М.: Министерство энергетики и электрификации СССР, 1992. – 24 с.
3. Топливо твердое минеральное. Определение высшей теплоты сгорания и вычисление низшей теплоты сгорания: ГОСТ 147-95. – [Введен 11–04–1996]. – М.: Госстандарт России, 1996. – 34 с.
4. Техническая энциклопедия / [Мартенс Л.К., Бах А.Н., Бернштейн-Коган С.В. и др.]. – М.: Акционерное общество «Советская энциклопедия», 1929. – Т. 9. Изометрия – катапульта. – 494 с.

*Описан перечень калориметрических стандартов для определения энергетического эквивалента калориметра за счет определения энергии сгорания другого вещества, а также предложено как стандарт сахарную пудру.*

***Калориметр, градуирование, температура, стандартный образец, бензойная кислота.***

*The list of calorimetry standards is described for determination of energetic equivalent calorimeter due to determination of energy combustion of other substance, and also it is offered as a standard castor sugar.*

***Calorimeter, graduation, temperature, standard standard, benzoic acid.***

УДК 636.5252/58:62

## **АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА КОНТРОЛЮ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ У ПРОМИСЛОВОМУ ПТАШНИКУ**

***Б.Л. Голуб, кандидат технічних наук***

***О.І. Ряба, кандидат історичних наук***

***В.В. Пугач, М.І. Славний, студенти магістратури***

*Наведено аналіз актуальності розробки автоматизованої системи контролю технологічних процесів у промисловому пташнику. Запропоновано алгоритм роботи системи, розроблено модель даних, на базі якої створена реляційна база даних.*

***Автоматизована система, база даних, контролер, інформаційне забезпечення, програмне забезпечення, програма.***

Сучасні автоматизовані системи управління технологічними процесами і виробництвами використовують великий обсяг інформації в режимі реального часу для прийняття миттєвих рішень та контролю за роботою системи [3, 6].

Процес утримання та виробництва продукції птахівництва залежить від самої фізіології птиці. В процесі своєї життєдіяльності птиця, як і всі живі організми, виробляє велику кількість енергії, яку вона використовує для нормалізації роботи власного організму. Щоб птиця мала можливість давати найкращі результати щодо виробництва продукції, потрібно враховувати безліч факторів, таких як температура, вологість повітря, освітленість та ін.

Сучасний рівень розвитку комп'ютерно-інтегрованих технологій дозволяє розробляти автоматизовані системи управління з необмеженою кількістю технологічних процесів. Тому, для такого об'єкта, як пташник, найбільш доцільним рішенням є автоматизація процесів контролю за даними факторами впливу на птицю, що надасть можливість зменшити втручання людини у перебіг технологічних процесів і забезпечить швидке вирішення виникаючих проблем.

**Мета досліджень** – розробка архітектури автоматизованої системи контролю технологічних процесів у промисловому пташнику та алгоритму