**Навчально-дослідницька робота №11**

**Тема роботи:** ***Дослідження виділення енергії у процесі горіння***

***Завдання дослідження:***

1. Визначити вищу питому теплоту згоряння парафіну.

***Обладнання:*** штатив з кільцями та тримачем, мобільна лабораторія NOVA5000, датчик температури DT029, парафінова свічка, тонкостінна алюмінієва посудина з теплоізолюючою кришкою, підіймальний столик, посудина з водою, електронні терези.

***Теоретична частина***

[Кількість теплоти](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D1%96%D0%BB%D1%8C%D0%BA%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C_%D1%82%D0%B5%D0%BF%D0%BB%D0%BE%D1%82%D0%B8), що виділяється при згорянні довільної маси палива, визначається за формулою:

,

де q — питома теплота згоряння, m — [маса](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D1%81%D0%B0) речовини.

Процес горіння відбувається лише при наявності повітря.

Оскільки теплота є видом енергії, здатної виконувати роботу, то вона в системі [СІ](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%86) виражається спільною для всіх видів енергії одиницею — [Джоулем (Дж)](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B6%D0%BE%D1%83%D0%BB%D1%8C), який рівний добутку сили [1 Н](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D1%8C%D1%8E%D1%82%D0%BE%D0%BD) на шлях [1 м](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D1%82%D1%80). [1 кал](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D0%BB%D0%BE%D1%80%D1%96%D1%8F) = 4,1868 [Дж](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B6%D0%BE%D1%83%D0%BB%D1%8C) ≈ 4,19 [Дж](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B6%D0%BE%D1%83%D0%BB%D1%8C).

Вища теплота згоряння — кількість тепла, що виділяється при повному згорянні [1 кг](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D1%96%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%BC) або [1 м³](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D1%83%D0%B1%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80) робочого палива за умови, що [водень](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%BE%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D1%8C), який міститься в ньому, згоряє з утворенням води.

Нижча теплота згоряння — кількість тепла, що виділяється [1 кг](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D1%96%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%BC) або [1 м³](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D1%83%D0%B1%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80) робочого палива, з урахуванням згоряння [водню](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%BE%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D1%8C) у водяну пару і випаровування вологи палива.

Нижчу теплоту згоряння використовують для підрахунку потреби в паливі і його вартості, при складанні теплових балансів і визначенні [ККД](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%B5%D1%84%D1%96%D1%86%D1%96%D1%94%D0%BD%D1%82_%D0%BA%D0%BE%D1%80%D0%B8%D1%81%D0%BD%D0%BE%D1%97_%D0%B4%D1%96%D1%97) установок, що використовують паливо. Для порівняння різних видів палива і підрахунку потреби в пальному введене поняття про умовне паливо та нафтовий еквівалент. Умовне паливо характеризується нижчою теплотою згоряння, рівною 7 000 ккал/кг або 29,33 МДж/кг, нафтовий еквівалент — 10 000 ккал/кг або 41,90 МДж/кг.

Для визначення теплоти згоряння парафіну буде використано метод передачі тепла від палива до ємності з водою. Ємність має ввігнуте дно, що забезпечує більш повне поглинання тепла від полум’я. При нагріванні будь-якого тіла відбувається і процес випромінювання тепла цим тілом у оточуючий простір. Для врахування втрат теплоти при проведенні цього експерименту необхідно визначити долю теплоти, що пішла на випромінювання. Тому протягом однакового часу буде тривати процес нагрівання та охолодження без підведення тепла. При нагріванні посудина з водою мала би вищу температуру при відсутності втрат. Для вирахування цієї температури нагрітій посудині дається час на охолодження, рівний часу затраченому на нагрівання, а зміна температури за рахунок охолодження додається до найбільшого значення температури.

***Детальний опис датчика температури DT029***

 Датчик температури (-25 °C – 110 °C) може під’єднуватися до реєстраторів даних Nova5000, MultiLogPRO або TriLink. Датчик температури є простим, надійним датчиком із нержавіючої сталі. Він під’єднується безпосередньо до реєстратора даних за допомогою стандартного кабелю mini-DIN. Датчик температури вкритий захисним ізоляційним матеріалом, що робить його більш надійним та міцним, аніж звичайний скляний термометр, на заміну якого він розроблений.

Завдяки широкому діапазону (-25 °C – 110 °C) датчик можна застосовувати у якості термометра для проведення досліджень з хімії, фізики, біології, науки про землю та оточуюче середовище і він найкраще підходить для здійснення вимірювань температури води та інших хімічних розчинів.

***Принцип роботи***

Датчик температури (-25 °C – 110 °C) під’єднується безпосередньо до реєстратора даних. Термочутливий елемент отримує вхідну напругу 5 В і повертає вихідну напругу, пропорційну до виміряної температури та у діапазоні 0-5 В, який є прийнятним для аналого-цифрового перетворювача реєстратора даних. Потім реєстратор даних запам’ятовує отримане значення.

***Характеристики датчика***

|  |  |
| --- | --- |
| Діапазон | -25 °C – 110 °C -13 °F – 230 °F263 К – 383,15 К |
| Діапазон для реєстраторів MultiPRO або TriLink | -25 °C – 110 °C-13 °F – 230 °F |
| Точність | ±2 % від повного діапазону |
| Роздільність 12-біт  | 0,03 °C |
| Частота замірів за замовчуванням  | 10 замірів на секунду |
| Час відклику (для 90% змін у показаннях)  | 20 секунд у рідині40-60 секунд у повітрі |
| Сенсорний елемент | Розміщений всередині наконечника датчика |
| Рекомендоване застосування датчика  | Застосовуйте тільки у слабких хімічних розчинах. Не розміщуйте кабель датчика у рідині. Не розміщуйте датчик біля відкритого полум’я або на нагрітій пластині.  |

***Калібрування***

Датчик температури (-25 °C – 110 °C) не потребує калібрування.

*Застосування датчика температури з реєстратором даних Nova5000 та програмним забезпеченням MultiLab*

1. Запустіть програмне забезпечення MultiLab CE.
2. Під’єднайте датчик температури до виходу реєстратора Nova5000 (починаючи з І/О-1). Програмне забезпечення MultiLab автоматично розпізнає датчик.
3. Оберіть вкладку **Реєстратор, Настройка** на головній панелі інструментів і запрограмуйте частоту замірів реєстратора даних та кількість зразків. Натисніть кнопку **Пуск** на головній панелі інструментів і розпочніть вимірювання.

***Вибір одиниць вимірювання***

MultiLab відображує дані у °C. Щоб змінити °C на °F або К:

1. Натисніть кнопку **Реєстратор** на головній панелі інструментів MultiLab, а потім натисніть **Параметри**.

2. Оберіть бажану одиницю вимірювання у меню **Одиниці температури** і натисніть **ОК.**

***Хід дослідження***

1. Під’єднайте датчик температури до першого виходу реєстратора даних І/О-1.
2. Запустіть програму MultiLab.
3. Програмне забезпечення MultiLab автоматично розпізнає датчик температури.
4. Натисніть **Реєстратор, Настройки** на головній панелі інструментів.
5. Запрограмуйте частоту замірів реєстратора даних обравши один замір на секунду та кількість зразків 200.
6. Налийте в тонкостінну посудину 100 мл води кімнатної температури. Значення маси води **mв** занесіть до таблиці.
7. Закрийте посудину тепло ізолюючою кришкою, помістіть у неї датчик температури та встановіть на кільце штативу.
8. Зважте парафінову свічку на електронних терезах. Запишіть у таблицю результат з точністю до сотих долей грама **m1**.
9. Запаліть свічку та помістіть її під посудиною на підіймальний столик.
10. Натисніт**ь Старт** .
11. По досягненні 100 виміру приберіть свічку, загасіть її та дочекайтеся завершення експерименту.
12. Зважте парафінову свічку на електронних терезах. Запишіть у таблицю результат з точністю до сотих долей грама **m2**.
13. Встановіть **Перший курсор** на графік у точку початку нагрівання. Зчитайте під віссю значення початкової температури води **t1**та занесіть до таблиці.
14. Перемістіть курсор у точку, що відповідає максимальній температурі. Зчитайте під віссю значення **t2** та занесіть у таблицю.
15. Перемістіть курсор у кінець графіка, зчитайте температуру **t3** та занесіть до таблиці.

***Аналіз даних***

1. Розрахуйте значення температури **t4** = **t2+(t2-t3**), яку мала би вода при відсутності розсіювання тепла у оточуючий простір. Результат занесіть до таблиці.
2. Розрахуйте кількість теплоти, що виділилась в результаті горіння свічки

$Q=c\_{в}m\_{в}(t\_{4}-t\_{1})$ . Результат занесіть до таблиці.

1. Розрахуйте масу парафіну, що згорів **mп =** **m1** - **m2**.
2. Розрахуйте вищу теплоту згоряння парафіну $q=\frac{Q}{m\_{п}}$ . Результат занесіть до таблиці.

***Таблиця результатів***

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| mв(кг) | m1(кг) | m2(кг) | mп(кг) | t1(°C) | t2(°C) | t3(°C) | t4(°C) | Q(Дж) | q(Дж/кг) |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

***Висновки дослідження***

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_