Міністерство освіти і науки України  
Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут ім. І. Сікорського»

Кафедра інженерії програмного забезпечення в енергетиці

Лабораторна робота № 1

з курсу: «*Основи Веб-програмування*»

**Виконала:**  
студентка 2-го курсу,  
групи ТВ-32

Дідиченко Вікторія Сергіївна

Посилання на GitHub репозиторій:

<https://github.com/tori-dn/PW1TB-32_Didychenko_Victoria_Serhiivna/tree/main>

**Перевірив:**

Недашківський О.Л.

Київ 2025

**Завдання 1:**

Написати Веб калькулятор для розрахунку складу сухої та горючої маси палива та нижчої теплоти згоряння для робочої, сухої та горючої маси за заданим складом компонентів палива, що задаються у вигляді значень окремих компонентів типу: HP, %;CP, %; SP, %; NP, %;OP, %; WP, %; AP, % (див. табл. 1.3.).

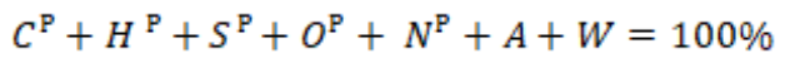
**Завдання 2:**

Написати програмний калькулятор для перерахунку елементарного складу та нижчої теплоти згоряння мазуту на робочу масу для складу горючої маси мазуту, що задається наступними параметрами: вуглець, %; водень, %; кисень, %; сірка, %; нижча теплота згоряння горючої маси мазуту, МДж/кг; вологість робочої маси палива, %; зольність сухої маси, %; вміст ванадію (V), мг/кг.

**Короткий теоретичний матеріал:**

Паливом називають складні органічні сполуки, при згоранні яких виділяється значна кількість енергії. За фізичним станом паливо розподіляють на рідке, тверде та газоподібне. До твердого палива відносять дрова, торф, вугілля, сланці, до рідкого - продукти переробки нафти: бензин, керосин; до газоподібного - природний та штучний гази. За способом одержання паливо розрізняють штучне та натуральне. Натуральне паливо зустрічається в природі у готовому для використання вигляді (дрова, торф, природний газ тощо). Штучне паливо отримують в результаті фізико-хімічних процесів, які здійснюються в промисловому виробництві (коксування кам'яного вугілля, крекінг нафти). Важливими характеристиками палива є: склад, теплота згорання, температура запалювання, вологість [5].

Елементарний склад твердого та рідкого палива можна визначити таким рівнянням. Хімічний аналіз палива показує, що воно складається з семи компонентів і його елементарний склад можна виразити формулою:

 (1.1)

Склад палива називають елементарним, тому що воно складається із окремих, не сполучених між собою елементів. Частина елементів палива є горючим, частина - баластним.

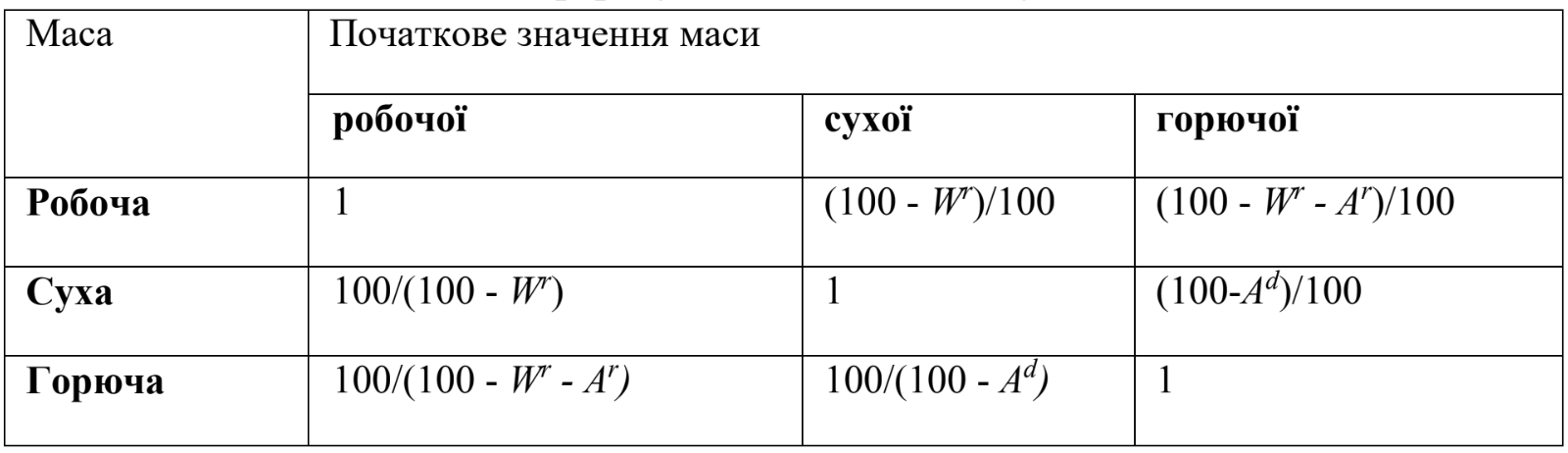
Найбільш цінними складовими палива є вуглець і водень, так як разом з частиною сірки вони є горючими елементами. Кисень служить окислювачем, знаходиться в з'єднанні з горючими

елементами палива і тому зменшує його теплоту згоряння. Азот палива є його інертною складової, тому його включають в баласт.

Сірка може бути розділена на горючу і негорючу та відноситься до шкідливих складових палива з наступних причин. При горінні палива з сіркою виходить двоокис сірки SO2, Частина якої окислюється, утворюючи вищий оксид SO3. При цьому в продуктах згоряння завжди є пари води, які утворюють з парами SO3 пари сірчаної кислоти H2SO4.

Зола палива складається з елементів, що утворюють негорючі мінеральні сполуки і золою прийнято вважати залишок, що утворився від прожарювання палива при 800° С. Волога палива є небажаною домішкою, тому що не тільки зменшується вміст горючих елементів, але і на її пароутворення (яке обов'язково відбувається) витрачається частина теплоти згорання палива. Від вологи паливо звільняється при сушінні з температурою, що трохи перевищує 100° С [5].

Складові та характеристики палива можуть бути перераховані на робочу (raw), суху (dry) масу (коли в паливі відсутня волога), суху беззольну (dry ach- free) або горючу масу (коли в паливі відсутня негорюча частина - зола та волога). У таблиці 1.1 наведено множники перерахунку масового вмісту складових палива на робочу, суху або горючу масу.



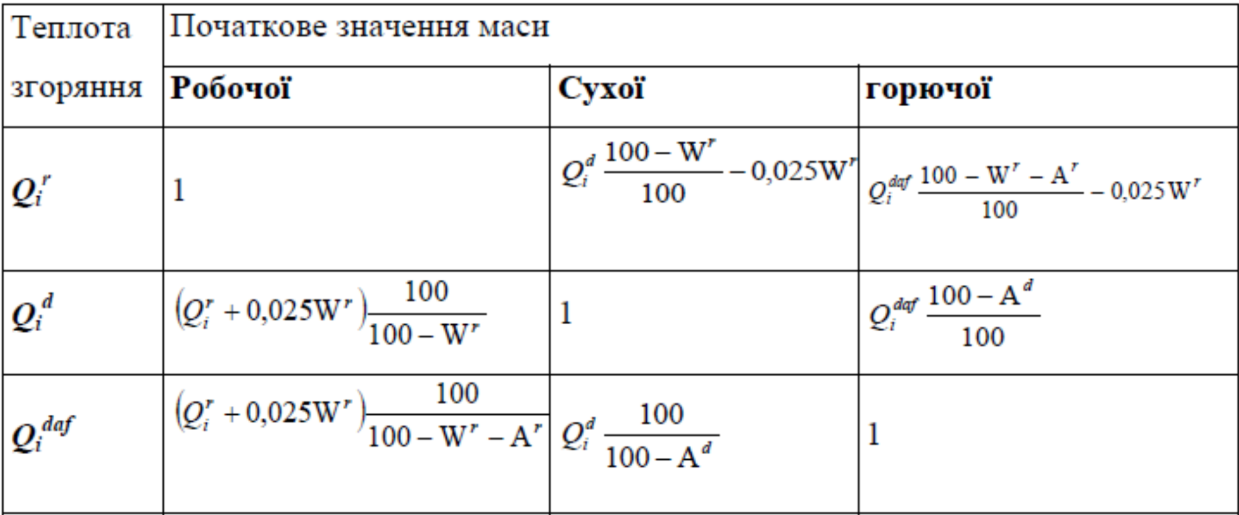
Таблиця 1.1. Перерахунок масового вмісту складових палива

Крім елементарного складу до найважливіших характеристик палива відноситься теплота згоряння (вища і нижча). Вища теплота згоряння палива QРВ – це кількість теплоти, що виділяється при повному згорянні 1 кг палива за умови конденсації парів води, що утворюються при згорянні. У реальних умовах, наприклад при згорянні палива в котлі, намагаються не допускати конденсації водяної пари, щоб уникнути утворення агресивної сірчаної кислоти. Тому на практиці користуються поняттям нижчої теплоти згорання палива QРH, що є кількістю теплоти, виділеної при повному згорянні палива за вирахуванням теплоти конденсації водяної пари, що міститься в паливі. Теплота згорання різноманітних видів палива неоднакова, тому для співставлення різноманітних видів палива та вирішення питання про заміну одного виду палива іншим введено поняття «умовне паливо».

Умовним називають таке паливо, теплота якого при згоранні складає 29,3 Дж/кг. Нижча теплота згорання розраховується за формулою Мендєлєєва:

 (1.2)

У таблиці 1.2 наведено формули перерахунку нижчої робочої теплоти згоряння палива Qri в нижчу суху теплоту згоряння палива Qdi та нижчу горючу теплоту згоряння палива Qdafi і навпаки.



Таблиця 1.2. Перерахунок теплоти згоряння палива [1]

При неповному окисленні вуглецю палива в енергетичній установці величина Qri фактично зменшується на величину енергії палива, що не догоріло, а саме:

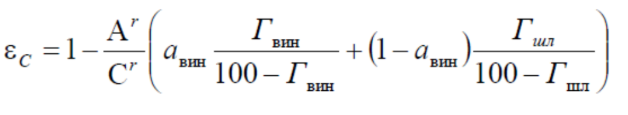
(1.3)

Під час спалювання палива можливе його неповне згоряння, у першу чергу механічний недопал, внаслідок чого до викидів твердих частинок та шлаку потрапляють горючі речовини, головним чином вуглець.

Масовий вміст вуглецю СВЗГ, який згоряє, у % на робочу масу, виражається через масовий вміст вуглецю в паливі Crза формулою:

(1.4)

Ефективність процесу горіння визначає ступінь окислення вуглецю палива εC. При повному згорянні палива ступінь окислення дорівнює одиниці, але за наявності не догоряння палива його значення зменшується. Ступінь окислення вуглецю палива εC в енергетичній установці розраховується за формулою:

(1.5)

Для природного газу рекомендоване значення εC становить 0,995, для мазуту - 0,99. Вміст золи Arв паливі та горючих речовин у шлаку Гшл і викидах твердих частинок Гвин визначається технічним аналізом палива (ГОСТ 27313—95), а також обсягом шлаку та твердих частинок, які виходять з енергетичної установки.

Частка золи авин, яка виноситься з енергетичної установки у вигляді леткої золи, залежить від технології спалювання палива. Вона визначається для енергетичної установки за паспортними даними та при проведенні її випробувань.

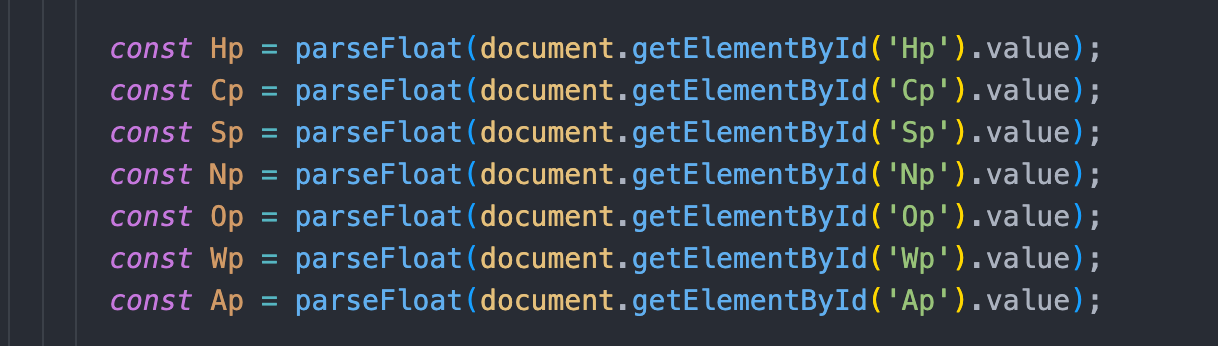
Також, до важливих характеристик відносяться: в'язкість; температура застигання, спалаху і займання палива. В'язкістю називається здатність рідини чинити опір здвигаючим зусиллям, тобто чим більше в'язкість рідини, тим вона менш текуча. В'язкість частіше вимірюється в градусах «в'язкості умовної» (ВУ) - це відношення часу витікання 200 мл випробовуваної рідини через калібрований отвір діаметром 2,8 мм до часу витікання через той же отвір такого ж кількості води при температурі 20° С.

Температура застигання - температура, при якій паливо перестає текти. Для суднових палив діапазон температур застигання становить від -11°С до +36°С, що пояснюється різним вмістом парафінів. Температура спалаху - це мінімальна температура при якій пари рідкого палива спалахують при піднесенні відкритого полум'я, але саме паливо не запалюється. Температурою займання називається температура, при якій після спалаху паливо спалахує з поверхні, і горіння триває не менше 5 сек. Процес горіння палива оснований на хімічній реакції сполучення кисню повітря з горючими елементами палива. Внаслідок процесу горіння створюються нові продукти, які називаються продуктами згоряння. Необхідною умовою горіння є нагрівання палива до температури загоряння.

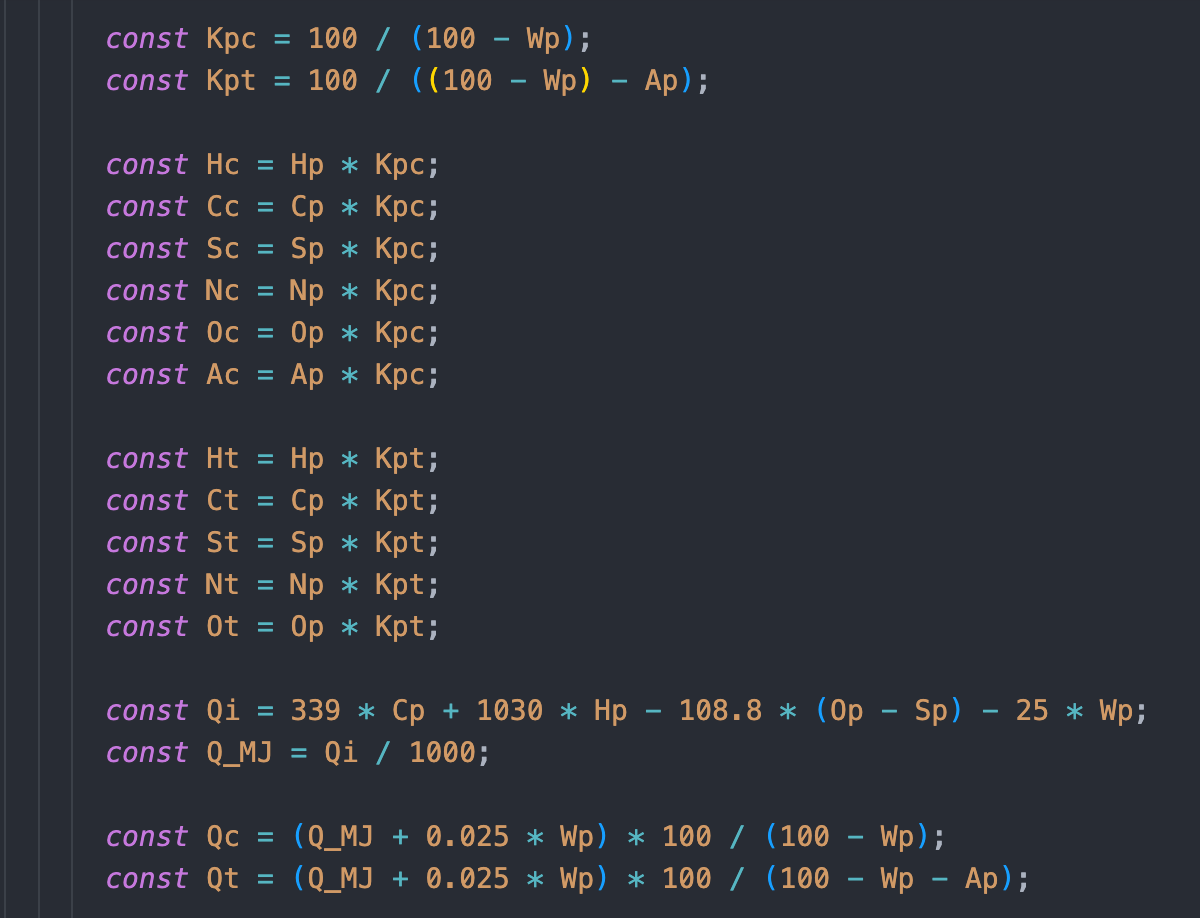
**Виконання завдання 1:**

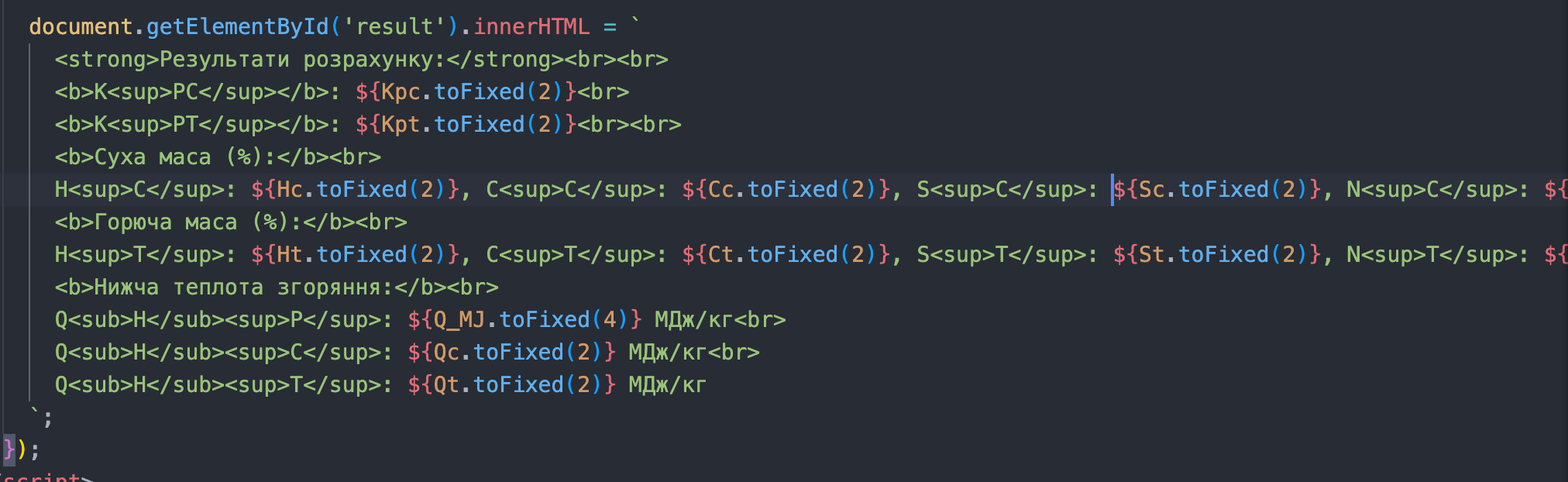
**Основні фрагменти коду:**

* Отримуємо значення параметрів від користувача та записуємо у змінні:



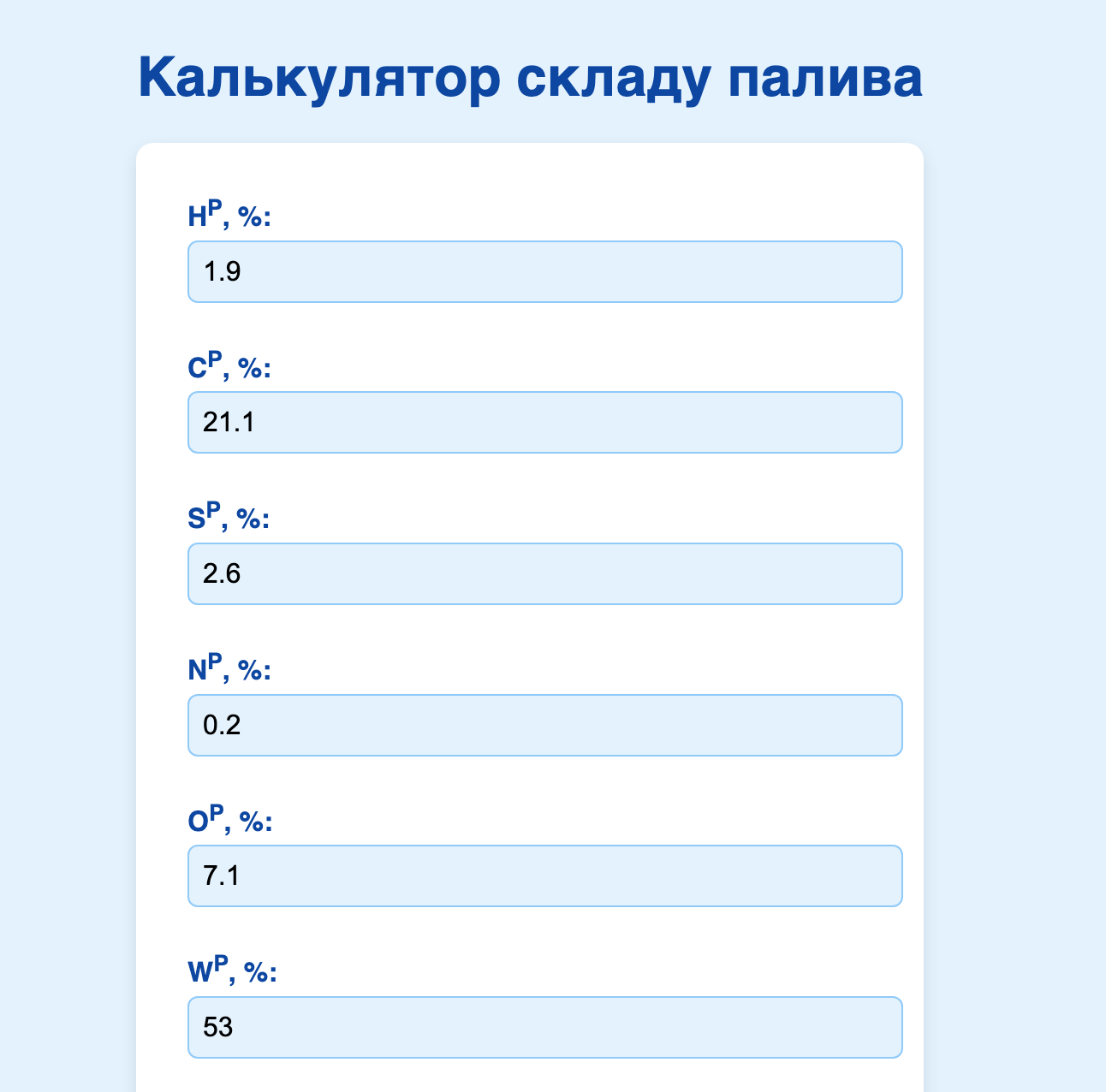
* Розрахунок необхідних значень за формулами:

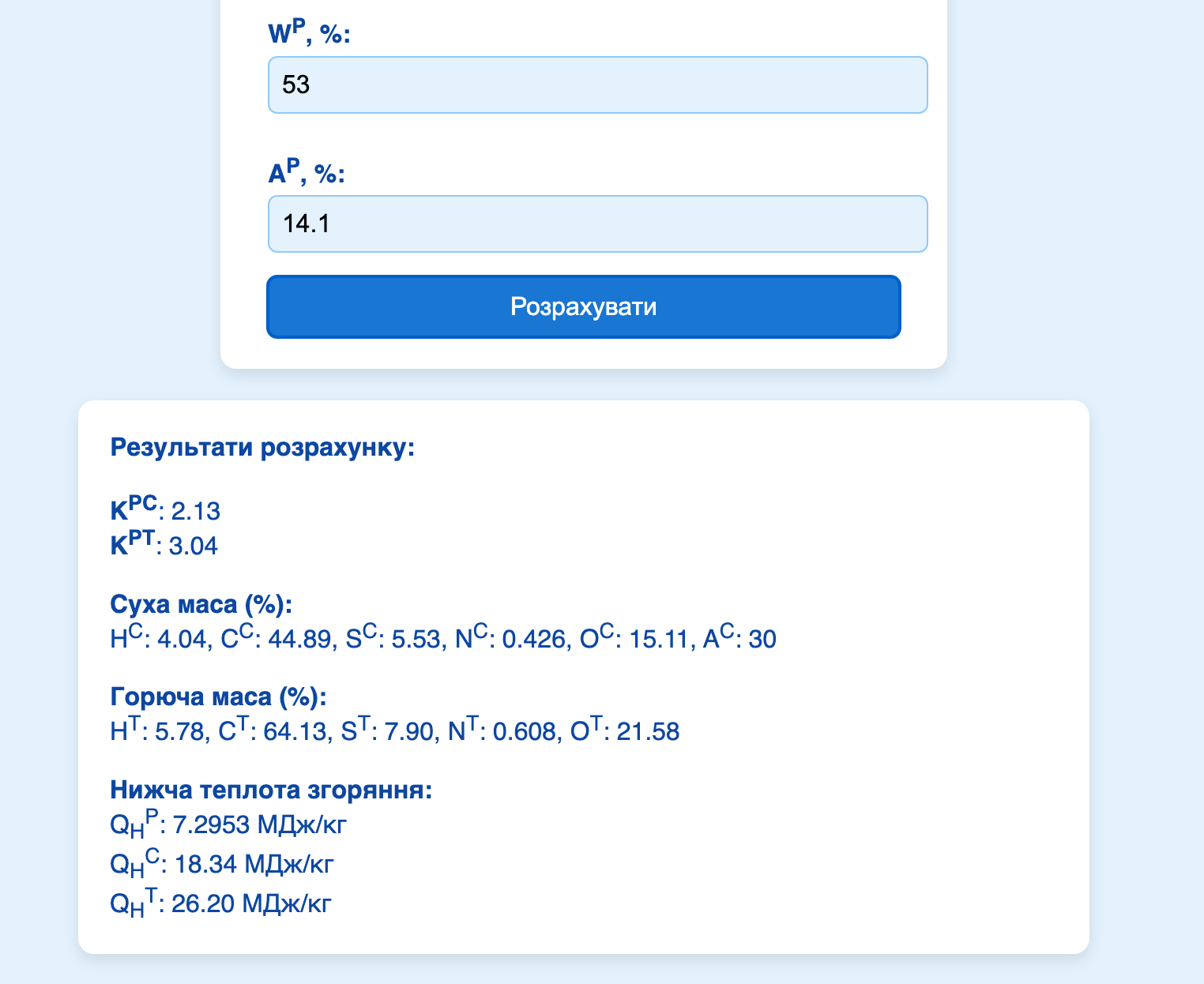


* Виведення результатів обрахунків у HTML:  
  

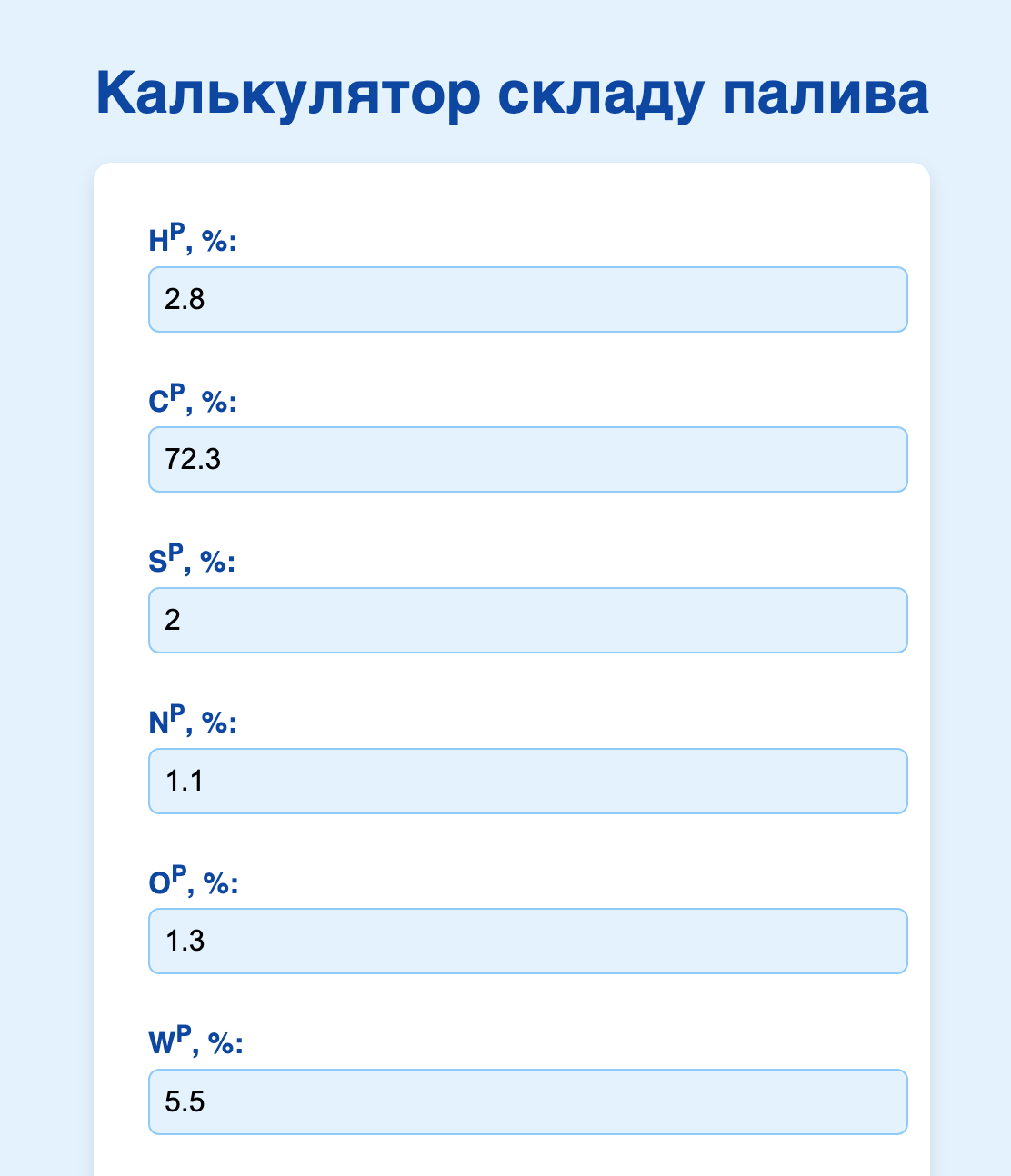
**Результати виконання**

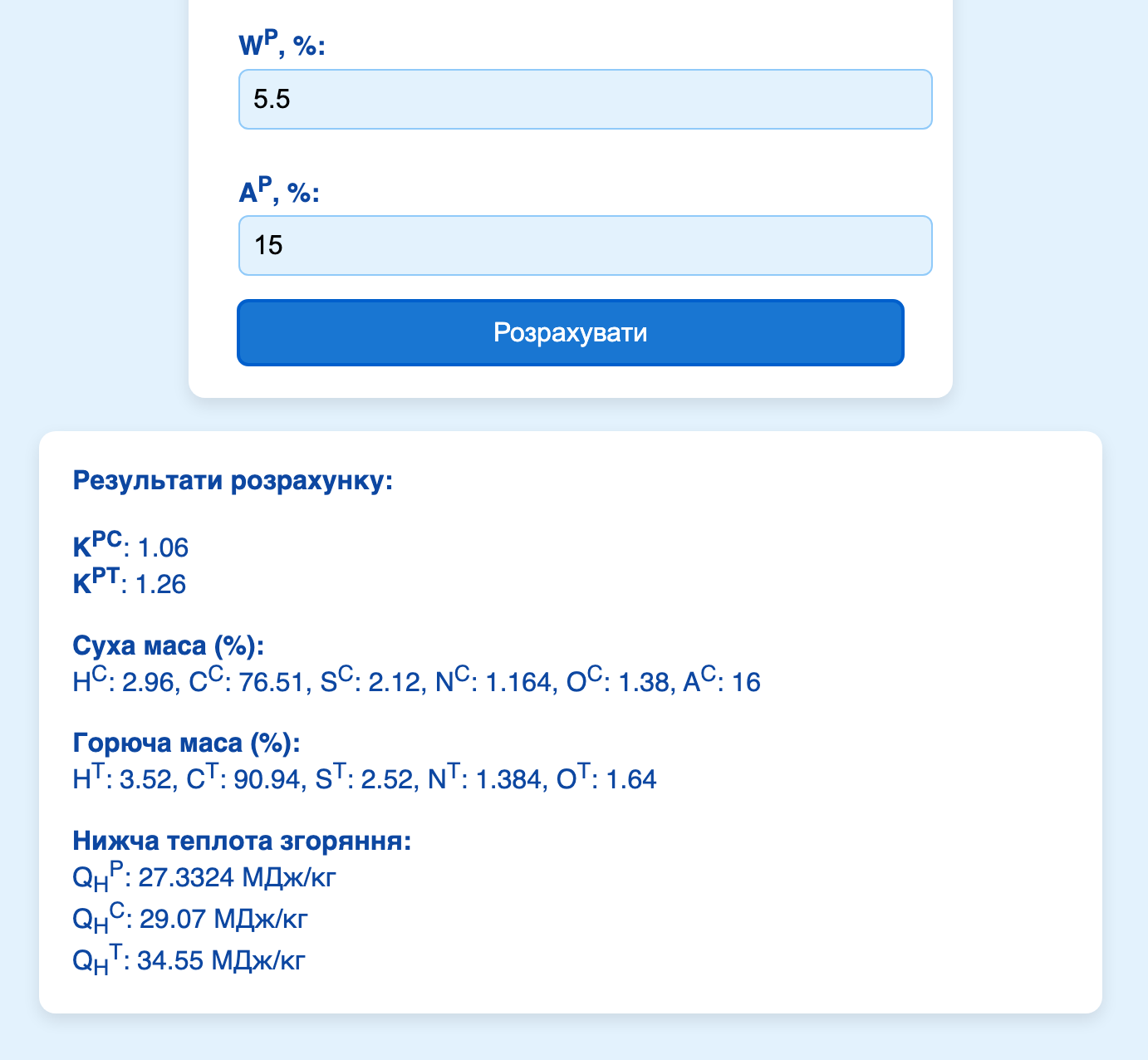
Результати перевірки на контрольному прикладі:





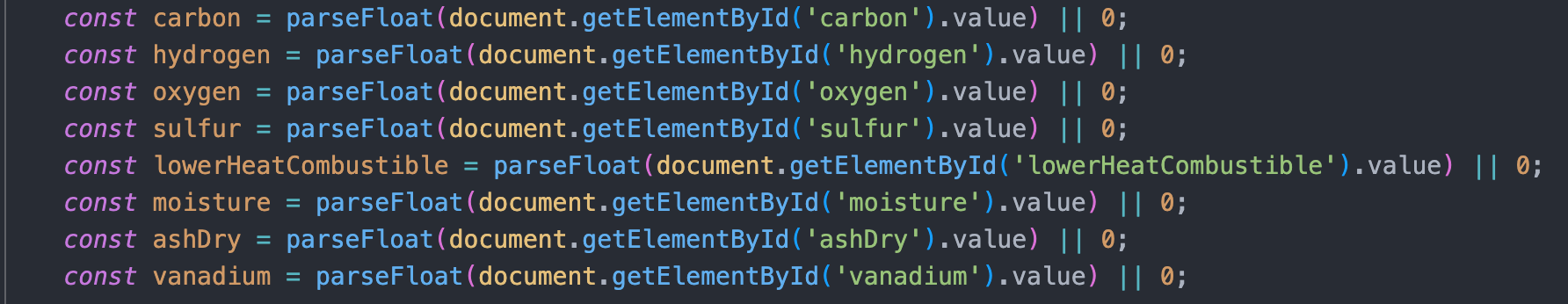
Результати отримані у відповідності до варіанту заданих значень:



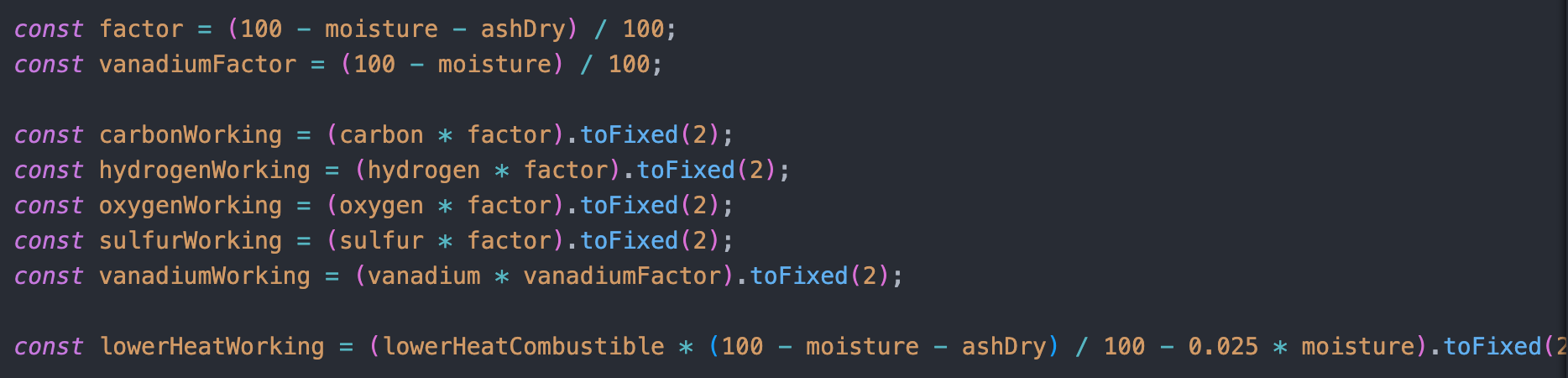


**Завдання 2:**

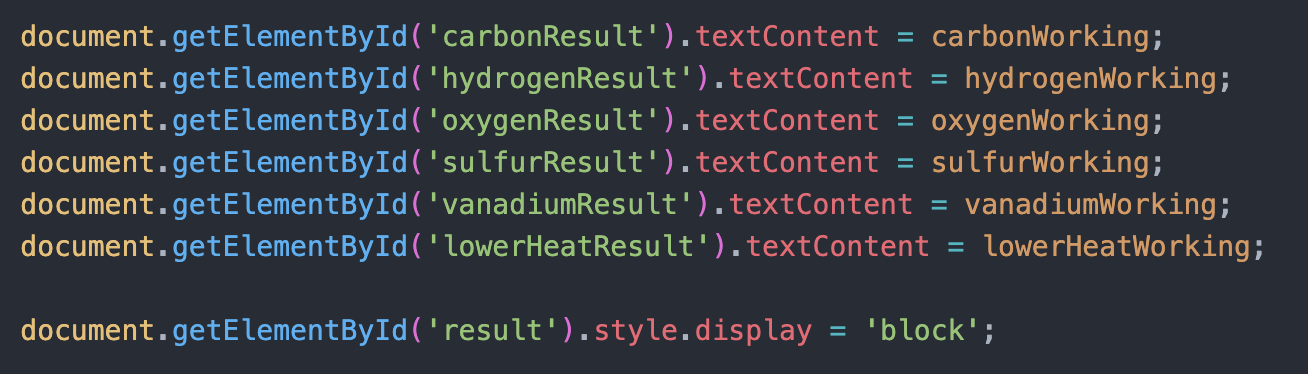
* Отримуємо значення параметрів від користувача та записуємо їх у змінні:



* За формулами розраховуємо необхідні значення (перерахунок складу та нижчої теплоти згоряння на робочу масу):

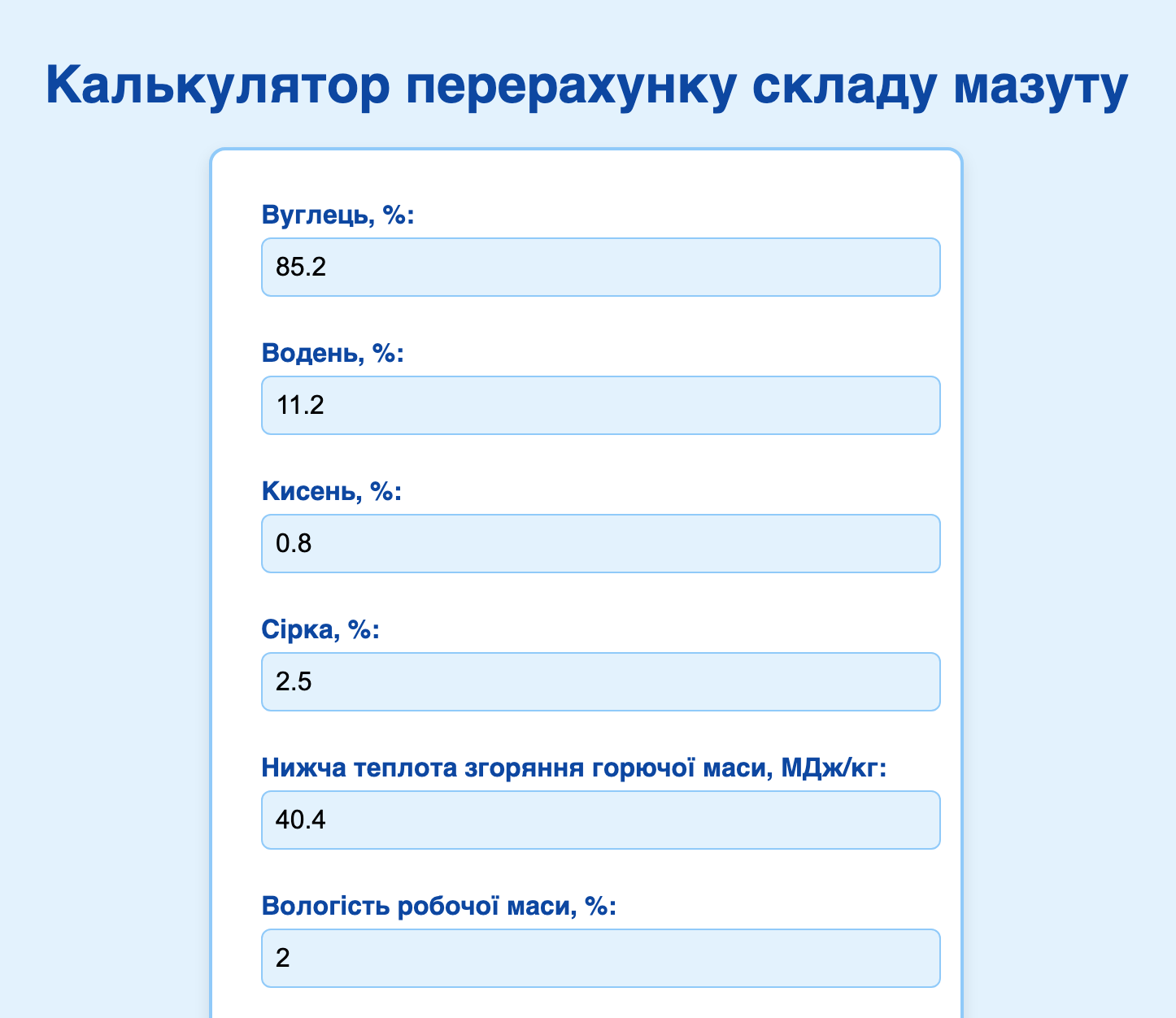


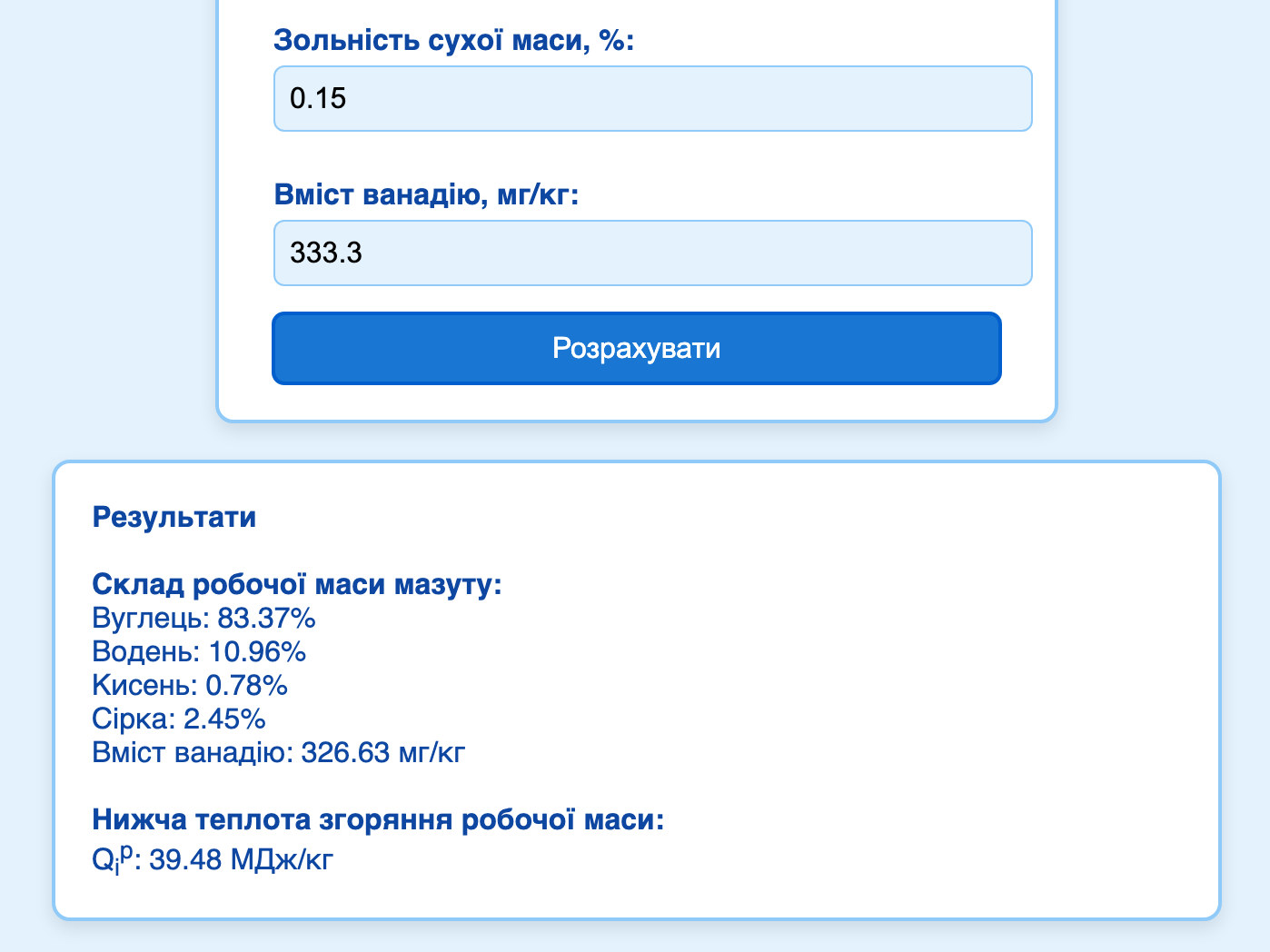
* Виводимо результати обчислень у відповідні елементи сторінки та показуємо блок з результатом:



**Результати виконання**

Результати перевірки на контрольному прикладі:





**Висновок:**

У першому завданні було розроблено веб-калькулятор для розрахунку складу сухої та горючої маси палива, а також нижчої теплоти згоряння для різних видів маси — робочої, сухої і горючої. Цей калькулятор приймає у вигляді вхідних даних відсотковий вміст основних компонентів палива: водню, вуглецю, сірки, азоту, кисню, вологи та золи. Завдяки реалізованим формулам, користувач отримує точні значення перерахунку складових, що дозволяє аналізувати якість палива і його паливні характеристики у різних умовах.

Друге завдання полягало у створенні веб-калькулятора для перерахунку елементарного складу мазуту та нижчої теплоти згоряння на робочу масу горючої маси. Вхідними параметрами є склад мазуту (вуглець, водень, кисень, сірка), а також такі показники як вологість робочої маси, зольність сухої маси і вміст ванадію. Цей калькулятор допомагає з урахуванням вмісту вологи та золи отримати більш реалістичні показники складу і теплотворної здатності палива в робочих умовах, що важливо для оптимізації процесів спалювання та контролю якості.

Обидва розроблені калькулятори є корисними інструментами для інженерів і спеціалістів у паливній галузі, дозволяючи швидко і зручно проводити необхідні розрахунки без застосування складних формул вручну. Вони сприяють підвищенню точності технічних оцінок та прийняттю обґрунтованих рішень у процесах виробництва, переробки та використання палива. Надані веб-рішення можуть бути легко адаптовані або розширені під конкретні виробничі потреби або інші типи палива.