

Винахід відноситься до сфери калориметрування оптичних печей: сонячних концентраторів з параболоїдними дзеркалами і потужних джерел світла з еліпсоїдними відбивачами і може бути використаний при експериментальному визначенні параметрів нормального розподілення опроміненості у фокальній плямі оптичної печі: мір «висоти» і «ширини» функції Гаусса.

Відомий спосіб калориметрування оптичних печей, що здійснюється шляхом проведення великої серії вимірювань опроміненості в площині фокальної плями з використанням мікрокалориметра (діаметр його приймача випромінювання, як правило, становить 5-10% від діаметра фокальної плями, тобто 1-2 мм) і передбачає обов'язкову наявність координатного пристрою для сканування області фокальної плями (див. Концентраторы солнечной энергии. Сб. статей под ред. В.А. Грилихеса. - Л., 1972). В результаті обробки експериментальних даних отримують два параметри нормального розподілення опроміненості області

фокальної плями: максимальна опроміненість в фокусі ε_0 (кВт/см²) і міру «ширини» функції Гаусса b (см²), які пов'язані функціональною залежністю:

$$\varepsilon(r) = \varepsilon_0 \cdot \exp(-br_i^2),$$

де $\varepsilon(r)$ - опроміненість на відстані r (см) від фокуса, кВт/см², r_i - радіальна координата (радіус) (див. Григорьев В.А. Импульсный нагрев излучениями. - М., Наука, 1974). Однак похибка визначення параметрів розподілення опроміненості в зоні фокальної плями за допомогою мікрокалориметрів «занадто велика» (Захидов Р.А. Технология и испытания гелиотехнических концентрирующих систем. Изд. «ФАН» Узб. ССР, Ташкент, 1978), що і становить основний недолік способу-аналога.

Найбільш близьким за технічною суттю і здобуваемим результатам до заявленого є спосіб калориметрування оптичних печей, в якому для вимірювань використовуються не мікрокалориметри, що визначають локальні характеристики, а «великі» калориметри, що визначають середньоінтегральні значення опроміненості в межах кругових вхідних отворів, соосних оптичній вісі дзеркала і що знаходяться в площині фокальної плями (див. Захидов Р.А. Технология....). В рамках способу-прототипа проводиться декілька вимірювань інтегральної опроміненості в області фокальної плями калориметрами з різними розмірами кругових вхідних отворів. По результатах проведених

вимірювань ε_i будується ступінчаста фігура в координатах: середньоінтегральна опроміненість - радіус вхідного отвору $(\varepsilon_i - r_i)$, аппроксимує який отримують приблизні оцінки мір «висоти» і «ширини» функції

Гаусса: максимальну опроміненість в фокусі ε_0 і міру «ширини» нормального розподілення b .

Незважаючи на те, що точність калориметрів в даному випадку значно вище, ніж у мікрокалориметрів, в способі-прототипі з'являється нове джерело похибки - процедура графічної аппроксимації ступінчастої фігури, побудованої по результатах проведених вимірів. Для зменшення цієї похибки можна збільшити число вимірів (калориметрів), однак при цьому збільшується тривалість серії вимірів, а відповідно коливання щільності прямого сонячного випромінювання E_0 (кВт/м²) яке залежить не тільки від висоти сонця над горизонтом, але й від стану атмосфери, що змінюється з часом. А щільність E_0 входить у вираження максимальної опроміненості в фокусі і тому повинна бути стабільною в процесі проведення вимірювань.

Таким чином, основними недоліками способу-прототипа є наявність процедури графічної аппроксимації ступінчастої фігури, побудованої по результатах калориметрування і велика тривалість серії вимірювань, що призводить до низької точності визначення максимальної опроміненості в фокусі (див. Концентраторы солнечной энергии...).

В основу винаходу поставлена задача удосконалення способу калориметрування оптичних печей, в якому проведенням тільки двох вимірів парою калориметрів з будь-яким співвідношенням радіусів їх вхідних отворів забезпечується визначення параметрів нормального розподілення опроміненості в області фокальної плями - аналітичне, тобто по формулах, і за рахунок цього виключається процедура графічної аппроксимації ступінчастої фігури, побудованої по результатах калориметрування і гарантується мінімальна тривалість вимірювань.

Поставлена задача вирішується тим, що в способі калориметрування, який містить серію вимірів інтегральної опроміненості в області фокальної плями набором калориметрів з різними радіусами вхідних отворів, згідно з винаходом проводять тільки два виміри парою калориметрів з будь-яким співвідношенням радіусів їх вхідних

отворів, а максимальна опроміненість в фокусі ε_0 і міра «ширини» b нормального розподілення опроміненості у фокальній плямі визначаються по формулах:

$$\varepsilon_0 = \frac{\varepsilon_1}{Z} - \ln(1-Z)^{-1}; \quad b = \frac{1}{r_1^2} \ln(1-Z)^{-1}$$

де Z - безрозмірний комплекс, функція двох змінних: відношення квадратів радіусів вхідних отворів та відношення середньоінтегральних опроміненостей, яка має наступний вигляд:

$$Z = \frac{6}{5-n} - \left[1 - \left(\frac{\varepsilon_2}{\varepsilon_1} \right)^N \right], \quad N = \frac{5-n}{3(n-1)}.$$

Такий спосіб калориметрування забезпечує мінімальну тривалість процесу вимірювань і стабільність прямого сонячного випромінювання в цей період, а головне - визначення шуканих параметрів нормального розподілення опроміненості в області фокальної плями - по точних формулах, що виключає процедуру графічної аппроксимації і гарантує високу точність результатів калориметрування.

Пропозиція пояснюється наступним. Апарісі Р.Р. (СССР) у 1955 р. встановив, що залежність щільності світлового потоку в фокальній плямі оптичних печей підпорядковується закону нормального розподілення:

$\varepsilon_i = \varepsilon_0 \cdot \exp(-br_i^2)$ (див. Григорьев В.А. ...), а ε_0 - локальна опроміненість на відстані r_i від фокуса, b - міра «ширини» розподілення. Пізніше, інтегруючи формулу Апарісі в межах кругового вхідного отвору «великого» калориметра, отримали вираження для середньоінтегральної опроміненості:

$$\varepsilon_i = \frac{\varepsilon_0}{br_i^2} [1 - \exp(-br_i^2)]$$

Отримане рівняння містить дві невідомі величини: ε_0 і b . Для визначення двох невідомих, пов'язаних одним рівнянням, необхідно і достатньо сформулювати систему двох таких рівнянь з різними коефіцієнтами, в даному випадку - різними радіусами вхідних отворів. Таким чином, для визначення двох невідомих необхідно і достатньо провести два виміри середньоінтегральної опроміненості парою калориметрів з різними радіусами вхідних отворів. При цьому отримують систему двох рівнянь з двома невідомими:

$$\varepsilon_1 = \frac{\varepsilon_0}{br_1^2} [1 - \exp(-br_1^2)]$$

$$\varepsilon_2 = \frac{\varepsilon_0}{br_2^2} [1 - \exp(-br_2^2)]$$

де ε_1 і ε_2 - середньоінтегральні опроміненості (кВт/см²), виміряні калориметрами з різними значеннями радіусів їх вхідних отворів. Рішення цієї системи рівнянь в загальному вигляді, тобто при будь-якому доцільному співвідношенні радіусів вхідних отворів, має бути таким:

$$\varepsilon_0 = \frac{\varepsilon_1}{Z} \cdot \ln(1-Z)^{-1}; \quad b = \frac{1}{r_1^2 \ln(1-Z)^{-1}}$$

де Z - безрозмірний комплекс, який є функцією двох змінних: відношення квадратів радіусів вхідних отворів $r_2^2 / r_1^2 = n(n > 1)$ та відношення середньоінтегральних опроміненостей, і розраховується за формулою:

$$Z = \frac{6}{5-n} \left[1 - \left(\frac{\varepsilon_2}{\varepsilon_1} \right)^N \right], \quad N = \frac{5-n}{3(n-1)}$$

Таким чином, в заявленому способі посереднього визначення двох шуканих величин ε_0 і b необхідно і достатньо провести два виміри середньоінтегральної опроміненості парою калориметрів з різними радіусами їх вхідних отворів. Можливість аналітичного рішення системи двох рівнянь в загальному випадку (при будь-якому співвідношенні радіусів вхідних отворів) дозволяє знайти для шуканих величин ε_0 і b аналітичні вираження (формули), які є основою нового способу калориметрування оптичних печей, тому що дозволяють вирішити задачу даного винаходу.

Заявлений спосіб калориметрування оптичних печей забезпечує спільне визначення параметрів нормального розподілення в області фокальної плями: максимальну опроміненість в фокусі ε_0 і міру «ширини» функції Гаусса b - при мінімальному числі вимірів середньоінтегральної опроміненості і при будь-якому співвідношенні радіусів вхідних отворів калориметрів, і таким чином гарантує незначну тривалість процесу калориметрування і високу точність отриманих результатів за рахунок виключення процедури графічної апроксимації ступінчастої фігури, яку будують по результатах вимірювань.