

УДК 535.231.2

Показано, що невідповідність одиниць вимірювання формули Планка і визначення спектральної густини зумовлена припущенням про дискретність енергії випромінювання
Ключові слова: енергія, потужність, одиниці вимірювання, кратність, кількість

Показано, что несоответствие единиц измерения формулы Планка и определения спектральной плотности обусловлено предположением о дискретности энергии излучения
Ключевые слова: энергия, мощность, единицы измерения, кратность, количество

It is shown that non compliance measurements Planck formula and determine the spectral density due to the assumption of discrete radiation energy
Keywords: energy, power, dimension, multipleness, quantity

ПРО ДООПРАЦЮВАННЯ ФОРМУЛИ ПЛАНКА

О. П. Онуфрик
 Старший викладач
 Кафедра радіофізики і електроніки
 Прикарпатський національний університет
 ім. Василя Стефаника
 вул. Шевченка, 57,
 м. Івано – Франківськ, Україна, 76025
 Контактний тел.: (0342) 59-60-07
 E-mail: kre@pu.if.ua

1. Вступ

В сучасній фізиці теорія теплового випромінювання визначається формулою випромінювання М. Планка, яка виражає функцію спектральної густини випромінювання променевої енергії. Проте згідно визначення спектральна густина виражає енергію випромінювання за одну секунду одиниці поверхні або об'єму твердого тіла в одиничному спектральному інтервалі.

В зв'язку з тим проведено доопрацювання формули Планка з метою її узгодження з визначенням спектральної густини теплового випромінювання.

2. Визначення спектральної густини теплового випромінювання

Основним завданням теорії теплового випромінювання є знаходження функції спектральної густини випромінювання променевої енергії.

В сучасній фізиці використовуються наступні визначення спектральної густини теплового випромінювання [1]:

а) спектральна поверхнева густина випромінювання, яка виражає енергію, що випромінюється одиницею поверхні тіла (яке має температуру T) за одну секунду в одиничному спектральному інтервалі $\epsilon_{\nu,T}$;

в) спектральна об'ємна густина випромінювання, яка виражає енергію одиниці об'єму поля випромінювання (створеного тілом з температурою T) за одну секунду в одиничному спектральному інтервалі $\rho_{\nu,T}$.

Для абсолютно чорного тіла об'ємна спектральна густина випромінювання $\rho_{\nu,T}$ пов'язана з поверхневою густиною випромінювання $\epsilon_{\nu,T}$ співвідношенням:

$$\epsilon_{\nu,T} = \frac{c}{4} \rho_{\nu,T} \frac{c}{4}, \tag{1}$$

де c – швидкість світла.

Таким чином, поверхнева або об'ємна спектральна густина виражають потужність випромінювання одиниці поверхні чи об'єму твердого тіла в одиничному спектральному інтервалі.

3. Мета і завдання дослідження

Метою дослідження являється доопрацювання формули випромінювання Планка для узгодження її з визначенням спектральної густини, на основі фізичного механізму теплового випромінювання.

4. Теоретичне дослідження

На основі електромагнітної теорії Максвел встановив, що між густиною випромінювання і середньою енергією осцилятора існує наступний зв'язок [2]:

$$\rho_{\nu,T} = \frac{8\pi\nu^2}{c^3} \bar{W} = A\bar{W}, \tag{2}$$

де $A = \frac{8\pi\nu^2}{c^3}$ – це кількість осциляторів в одиниці

об'єму в одиничному спектральному інтервалі; \bar{W} – середня енергія випромінювання одного осцилятора; ν – частота випромінювання.

Оскільки коефіцієнт A виражає кількість осциляторів випромінювання одиниці об'єму в одиничному спектральному інтервалі, яка залежить тільки від частоти випромінювання, то для визначення спектральної густини енергії, згідно з формулою Максвелла, потрібно визначити середню енергію випромінювання одного осцилятора.

Важливими для розвитку теорії теплового випромінювання були результати вимірювань представлених Отто Люммером і Ернестом Принсгеймом у 1899 р.

На рис 1. зображено експериментальні залежності $\frac{dW_\lambda}{d\lambda}$ як функцію від довжини хвилі випромінювання

λ для чотирьох різних температур, які виражають залежність спектральної густини потужності випромінювання одиниці площі в інтервалі довжин хвиль від довжини хвилі випромінювання [3].

Величина dW_λ виражає потужність випромінювання одиниці поверхні абсолютно чорного тіла в інтервалі довжин хвиль λ і $\lambda + d\lambda$.

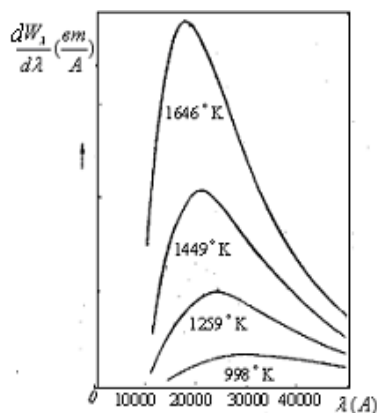


Рис. 1. Експериментальні залежності розподілу енергії випромінювання

14 грудня 1900 р. в Німецькому фізичному товаристві М. Планк зробив доповідь, де на основі експериментальних даних рис.1 і формули теплового випромінювання В. Віна, запропонував формулу, яка добре описує експериментальні залежності [1].

Формула Планка виражає розподіл енергії випромінювання в одиниці об'єму в одиничному спектральному інтервалі і має наступний вигляд:

$$\rho_{\nu,T} = \frac{8\pi\nu^2}{c^3} \cdot \frac{\epsilon}{e^{kT} - 1} \left(\frac{\text{дж}}{\text{м}^3 \cdot \text{Гц}} \right), \quad (3)$$

де ν – частота випромінювання, ϵ – найменша енергія одного випромінювання осцилятора, k – постійна Больцмана, T – абсолютна температура твердого тіла.

При цьому Планк припустив, що енергія осцилятора може мати тільки дискретні значення згідно формули

$$E = n\epsilon, \quad (4)$$

де n – кратність енергії випромінювання.

Як відомо припущення Планка стало основою теорії дискретного теплового випромінювання, хоча його критикував А. Ейнштейн, так як при $n = \infty$ енергія випромінювання одного осцилятора стає нескінченною.

Слід зауважити, що одиниці вимірювань отриманих в формулах Планком (3) і Максвелом (2), які визначають розподіл спектральної густини енергії, не узгоджуються з визначенням спектральної густини згідно з яким середня енергія повинна випромінюватись за одну секунду, тобто повинна визначати потужність випромінювання.

Середня енергія в формулі Планка визначається добутком безрозмірного виразу, який згідно припущення Планка визначає середню кратність випромінювання енергії помножену на енергію одного випромінювання осцилятора.

$$\bar{E} = \bar{n}\epsilon, \quad (5)$$

де \bar{n} – середня кратність енергії випромінювання, яка визначається згідно виразу:

$$\bar{n} = \frac{1}{e^{\frac{\epsilon}{kT}} - 1}. \quad (6)$$

Припущення кратності енергії Планком було зроблене тому, що на той час не було створено фізичного механізму теплового випромінювання, згідно якого за критерієм Віна повинна бути створена формула випромінювання.

В зв'язку з створенням фізичного механізму теплового випромінювання [4], згідно якого теплове випромінювання здійснюється внаслідок зіткнень електронів з атомами в твердому тілі, і яке при будь-якій температурі здійснюється безперервно, потужність випромінювання визначається добутком енергії одного випромінювання помноженого на кількість випромінювань за одну секунду.

Таким чином, для узгодження формули випромінювання з визначенням спектральної густини, на основі фізичного механізму теплового випромінювання, безрозмірний вираз в формулі випромінювання повинен виражати кількість випромінювань за одну секунду згідно виразу:

$$\bar{z} = \frac{1}{e^{\frac{\epsilon}{kT}} - 1} \left(\frac{1}{\text{сек}} \right), \quad (7)$$

де \bar{z} – середня кількість випромінювань одного джерела за одну секунду.

Внаслідок цього середня потужність випромінювання осцилятора буде визначатись добутком середньої кількості випромінювань за одну секунду помножену на енергію одного випромінювання

$$\bar{p} = \bar{z}\epsilon = \frac{1}{e^{\frac{\epsilon}{kT}} - 1} \epsilon (\text{вт}). \quad (8)$$

Відповідно вираз об'ємної спектральної густини потужності випромінювання одиниці об'єму твердого тіла в одиничному спектральному інтервалі ρ_p буде визначатись як:

$$\rho_p = \frac{8\pi\nu^2}{c^3} \bar{p} \left(\frac{\text{вт}}{\text{м}^3 \cdot \text{Гц}} \right). \quad (9)$$

Формула (9) виражає потужність теплового неперервного випромінювання одиниці об'єму твердого тіла в одиничному спектральному інтервалі, внаслідок чого її одиниці вимірювання узгоджуються з визначенням спектральної густини потужності об'ємного теплового випромінювання.

5. Висновки

Внаслідок проведеного дослідження була доопрацьована формула дискретного випромінювання Планка на основі фізичного механізму теплового випромінювання при якому безрозмірний вираз, якому Планк надав визначення середньої кратності енергії випромінювання, був замінений на вираз з розмірністю

$\left(\frac{1}{\text{сек}}\right)$, який виражає середню кількість випромінювань за одну секунду.

Така зміна дозволила узгодити одиниці вимірювання у визначенні спектральної густини потужності теплового випромінювання з одиницями вимірювання формули теплового неперервного випромінювання.

Література

1. Ландсберг, Г. С. Оптика. / Г. С. Ландсберг. – М.: Наука, 1976 г. – 99 с.
2. Мандельштам, Л. И. Полное собрание трудов. т. IV / Л. И. Мандельштам. – М.: Изд. АН СССР, 1955 г. – т. IV – 108 с.
3. Спроул, Р.С. Современная физика. / Р. С. Спроул. – М.: Физматгиз, 1961. 121с.
4. Свідोцтво про реєстрацію авторського права на твір № 29521 Україна. Науковий твір «Фізичний механізм теплового випромінювання твердих тіл» / Онуфрик О. П. – Дата реєстрації 21.07.2009.

Наведено відомості про закономірності твердіння вапняних композитів з наповнювачем на основі гідросилікатів кальцію. Методом ДТА, хімічних та фізико-механічних досліджень встановлена хімічна взаємодія наповнювачів на основі гідросилікатів кальцію з вапном. Показано прискорення твердіння вапняних композитів і зміцнення структури вапняних композитів

Ключові слова: вапняний композит, наповнювач на основі силікатів кальцію, термографічний аналіз, структура

Приведены сведения о закономерностях твердения известковых композитов с наполнителем на основе гидросиликатов кальция. Методом ДТА, химических и физико-механических исследований установлено химическое взаимодействие наполнителей на основе гидросиликатов кальция с известью. Показано ускорение твердения известковых композитов и упрочнение структуры известковых композитов

Ключевые слова: известковый композит, наполнитель на основе силикатов кальция, термографический анализ, структура

The information about the laws of hardening of the lime-filled composites based on calcium hydro are given. According to DTA, chemical and physico-mechanical studies have established the chemical interaction of fillers based on calcium hydro with lime. The acceleration of hardening of lime composites and hardening of the structure of the lime composites is shown.

Keywords: lime composite, the filler based on calcium silicate, thermal analysis, the structure

УДК 691.175.746

ВЛИЯНИЕ НАПОЛНИТЕЛЯ НА ОСНОВЕ ГИДРОСИЛИКАТОВ КАЛЬЦИЯ НА ПРОЦЕССЫ ТВЕРДЕНИЯ ИЗВЕСТКОВЫХ КОМПОЗИТОВ

В. И. Логанина

Доктор технических наук, профессор,
заведующая кафедрой
Кафедра стандартизации, сертификации
и аудита качества
Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства
ул. Г.Титова, 28, г. Пенза, Россия, 440028
Когнтактный тел.: 8(8412) 92-94-78
E-mail: loganin@mail.ru

Введение

Проведенные ранее исследования показали эффективность применения в известковых сухих строитель-

ных смесях (ССС) высокодисперсных наполнителей на основе силикатов кальция, синтезированных из жидкого натриевого стекла в присутствии добавок осадителей [1,2]. В результате проведенных исследо-