

ПРИЛАД ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ІНСОЛЯЦІЇ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД

Басок Б.І., Декуша Л.В., Гончарук С.М., Чорна Н.О.

Інститут технічної теплофізики НАН України
м. Київ, Україна

АННОТАЦІЯ: В статті наведено опис конструкції піранометра типу "CP-M1". Надані результати вимірювання інтенсивності сонячної радіації протягом жовтня за допомогою розробленого піранометра.

АННОТАЦИЯ: В статье приведено описание конструкции пиранометра типа "CP-M1". Поданы результаты измерения интенсивности солнечной радиации при помощи разработанного пиранометра.

ABSTRACT: In the article principles of construction of pyranometer type "CP-M1" are presented. The results of meterage intensity of solar radiation in october by applying constructed pyranometer are given.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: Піранометр, сонячне випромінювання, інсоляція.

В зв'язку зі змінами клімату на сьогоднішній день дані про інтенсивність сонячного випромінювання, які наведені в ДСТУ Н Б В.1.1-27:2010 [1] потребують уточнення, тому актуальним є вимірювання фактичного надходження сонячної радіації на поверхню будівлі для врахування величини інсоляції згідно з СНиП 2.04.05-91* [2]. На даний час вимірювання інсоляції будівель та споруд виконується за допомогою приладу, що складається з п'яти чутливих елементів (піранометрів Янішевського М-80М) та розміщується на даху будівлі. Прилад виконаний в вигляді хрестовини з шести трубок, що закріплені в центрі під кутом 90° один до одного та опори. Чотири трубки розміщені в горизонтальній площині з закріпленими на кінцях піранометрами, а п'ята з піранометром на кінці – вертикально. Кожний піранометр підключений до багатоканального автоматизованого вимірювального комплексу [3].

На даний час в Україні використовуються піранометри загального призначення, які імпортують з закордону (Німеччини, Нідерландів, Китаю, тощо). Висока вартість такого обладнання не дозволяє їх широко застосовувати в нашій країні.

Для вирішення задач, пов'язаних з довгостроковим безперервним моніторингом інтенсивності сонячного випромінювання, що досягає поверхні Землі, та накопичення даних вимірювань надходження сонячної енергії на поверхню будівлі або споруди був створений пристрій, що належить до актинометричної групи – «Піранометр CP-M1» (рис.1). Він замінює собою піранометричну станцію [3], яка призначена для вимірювання густини сумарної сонячної радіації у $\text{Вт}/\text{м}^2$, що надходить на горизонтальну площину та вертикальні площини, орієнтовані за сторонами світу. При дослідженні впливу інсоляції на тепловий режим будівлі протягом заданого періоду,

піранометр може бути встановлений на даху будівлі так, щоб перетворювачі теплового потоку були орієнтовані строго паралельно огорожувальним конструкціям споруди.

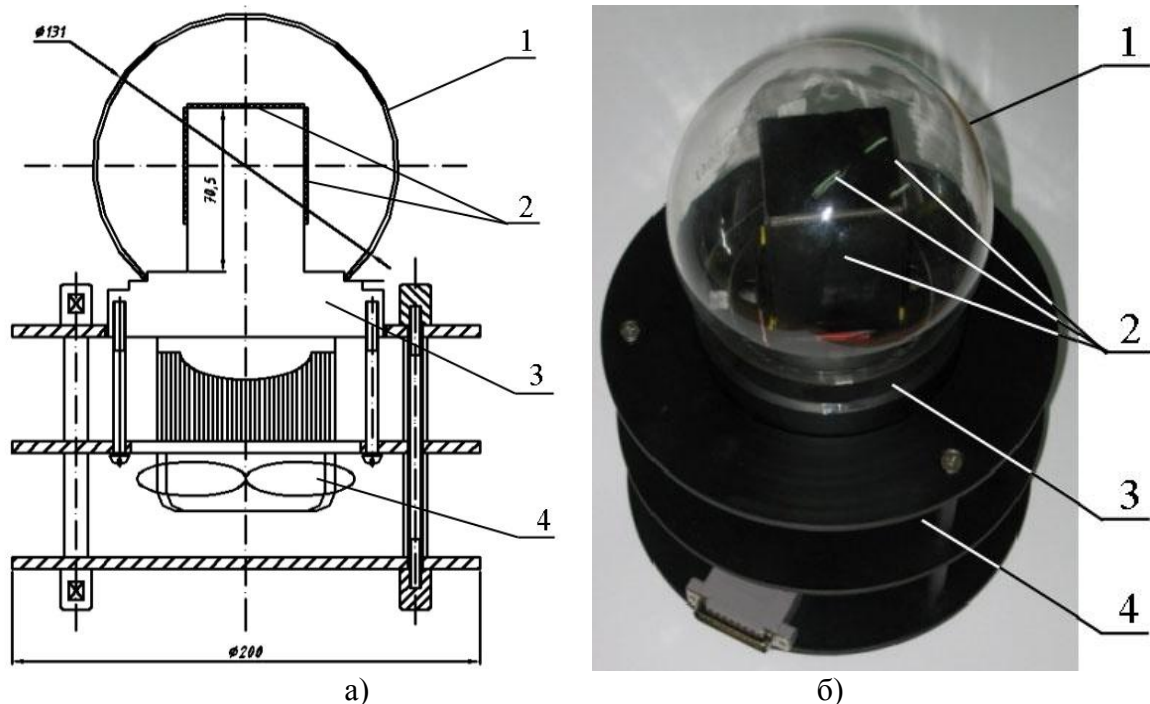


Рис. 1. а) схема «Піранометра СР-М1»; б) зовнішній вигляд «Піранометра СР-М1»: 1 – сферичний ковпак; 2 – перетворювач теплового потоку; 3 – теплостік; 4 – система примусового повітряного охолодження

Піранометр розміщується на стаціонарній платформі. В якості приймача теплового випромінювання використовуються п'ять перетворювачів теплового потоку (ПТП) з окремими виводами. Кожний з ПТП змонтований на загальному теплостіці, що виконаний з високотеплопровідного матеріалу, та містить систему примусового охолодження навколишнім повітрям. ПТП захищений від впливу навколишнього середовища скляним куполом. Теплостік містить порожнини заповнені вологопоглиначем (силікогелем) для запобігання випадіння конденсату під куполом. Тепловий режим приладу та його системи охолодження контролюється платиновими термометрами опору Pt100, які розміщені в корпусі піранометра та в охолоджувальному потоці повітря. При роботі послідовно за заданою програмою здійснюється вимірювання сигналів від кожного ПТП та первинна обробка даних, а результати представляються на екрані комп'ютера у числовому вигляді та у вигляді графіків. Водночас дані автоматично запам'ятовуються у файлі, який має формат Microsoft Excel, що дає можливість проводити їх подальшу обробку цим або іншими програмними пакетами.

Початковий калібрувальний коефіцієнт ПТП K визначався за допомогою радіаційного компаратора [4, 5]. Після встановлення ПТП на корпусі піранометра, проводилось калібрування приладу в повному спектрі сонячного випромінювання для визначення калібрувального коефіцієнта з врахуванням ступеня чорноти та коефіцієнта поглинання сонячного випромінювання покриттям, нанесеним на ПТП (K/a_s) та калібрувального коефіцієнта з врахуванням затінення скляного куполу, $K/(a_s \tau_s)$. Калібрування проводилось згідно з методом почергової зміни сонця і тіні відповідно до ДСТУ ISO 9846 [6]. Суть цього методу полягає в тому, що випробний піранометр порівнюють з радіометром РАП-12СР [7], вимірюючи поверхневу густину потоку

прямого сонячного випромінювання. Значення поверхневої густини потоку прямого сонячного випромінювання, одержують як різницю між вимірними значеннями поверхневої густини потоку напівсферичного (рис. 2а) і розсіяного сонячного випромінювання (рис. 2б).

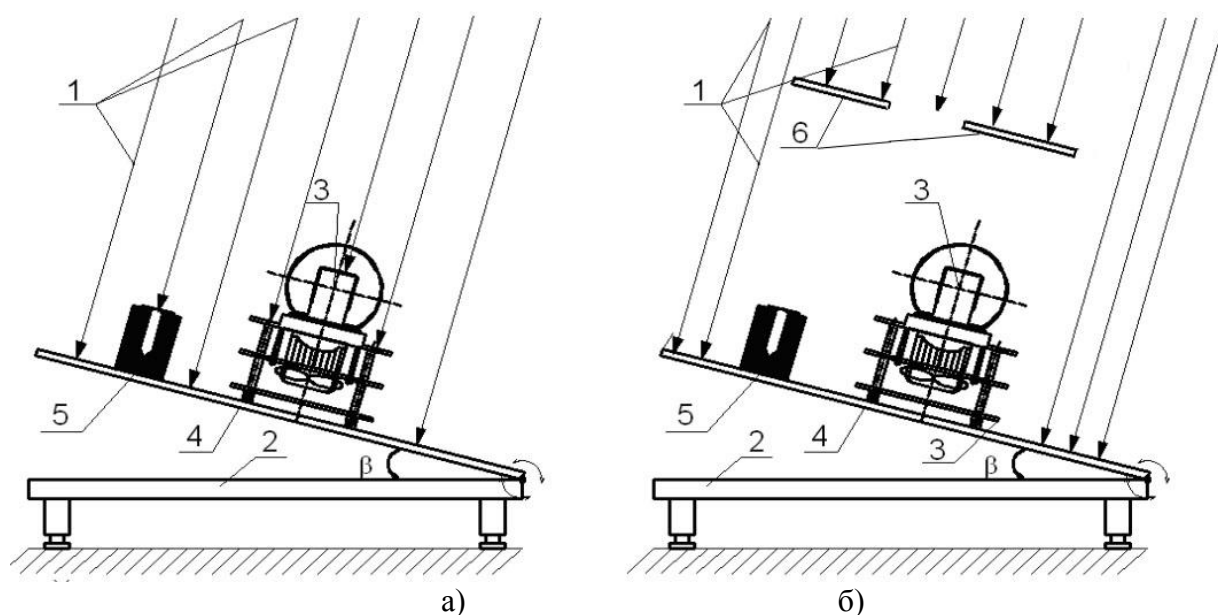


Рис. 2. Калібрування методом почергової зміни сонця та тіні: 1 – сонячне випромінювання; 2 – платформа; 3 – піранометр СР-М1; 4 – платформа поворотна; 5 – піргеліометр РАП-12СР; 6 – диски пересувні затінювальні

Результати калібрування піранометра СР-М1 №01 наведені в табл. 1.

Таблиця 1

Результати калібрування піранометра СР-М1 №01

Позначення ПТП	Калібрувальний коефіцієнт K	Коефіцієнт K/a_s	Коефіцієнт $K/(a_s \tau_s)$
Північ	11,73	12,40	13,24
Схід	10,92	11,46	12,39
Захід	10,9	11,18	12,51
Південь	11,47	11,83	12,8
Горизонт	12,79	13,24	14,7

З метою довгострокового накопичення даних про інтенсивність сонячної радіації, на даху другого корпусу ІТТФ НАН України, що знаходиться за адресою вул. Булаховського, 2, на металевій платформі встановлено піранометр типу «СР-М1». Електронна частина для вимірювання сигналів та обробки даних знаходиться в кімнаті корпусу, що розміщена найближче до приладів.

За результатами роботи піранометра протягом місяця побудований графік зміни інтенсивності сонячного випромінювання за жовтень (рис. 3).

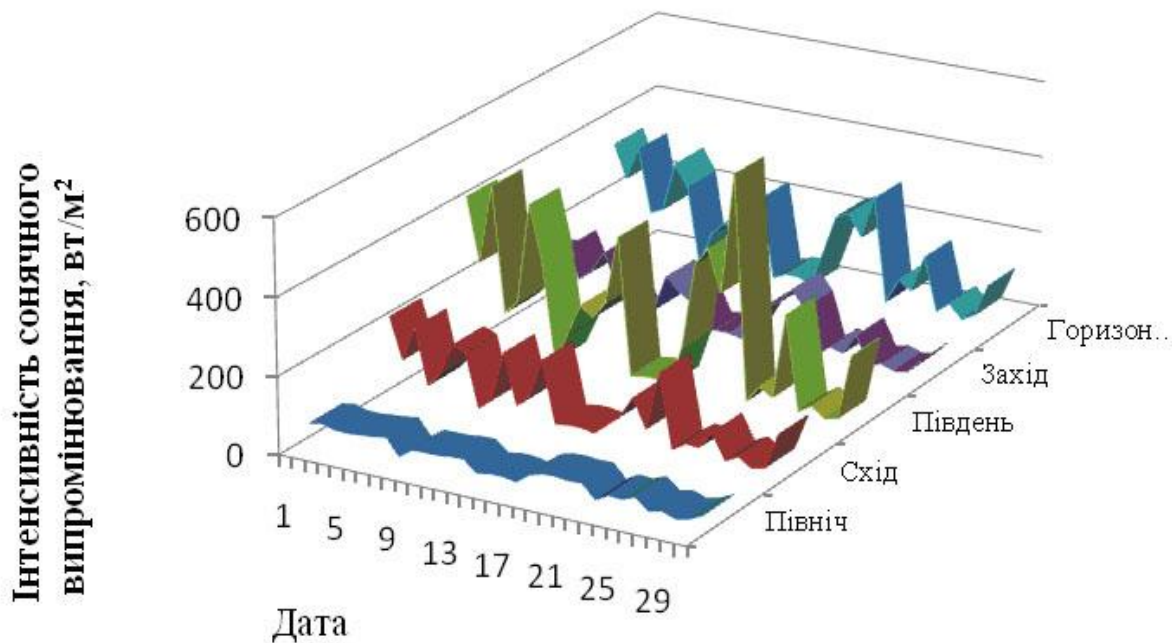


Рис. 3. Графік зміни інтенсивності сонячного випромінювання протягом жовтня

Отже, у жовтні найбільша кількість сонячного випромінювання надходила на південну сторону будівлі, що зафіксовано піранометром. Це підтверджується і даними рівня інтенсивності сонячного випромінювання протягом безхмарної доби жовтня, що зображені на графіку (рис. 4). Проте, як видно з рис. 5, продовж хмарної доби найбільша інтенсивність сонячного випромінювання надходила на горизонтальну поверхню.

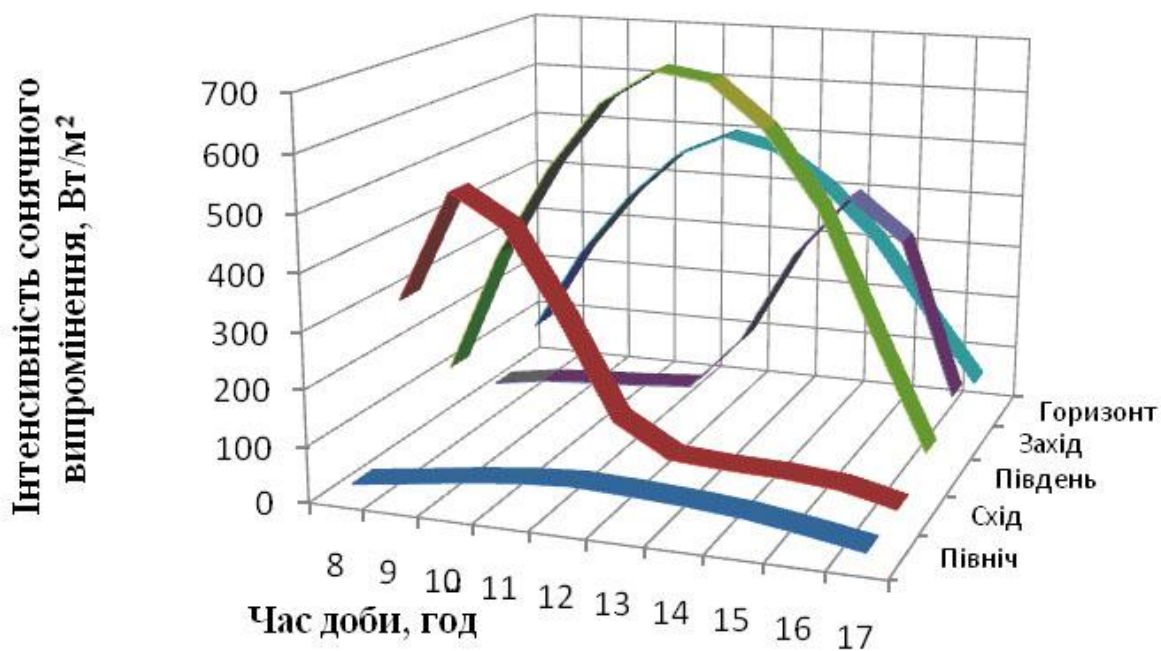


Рис. 4. Графік зміни інтенсивності сонячного випромінювання протягом безхмарної доби

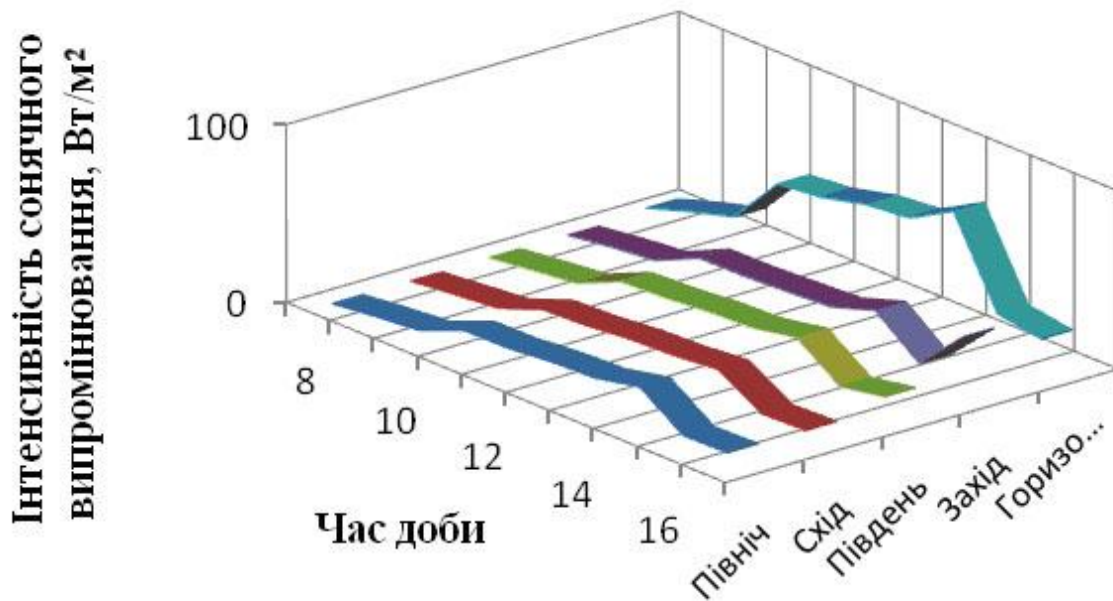


Рис. 5. Графік зміни інтенсивності сонячного випромінювання протягом хмарної доби

Планується провести довготривалі (не менше 1 року) вимірювання фактичного надходження сонячної радіації на поверхні будівлі з подальшим аналізом результатів та порівнянням з даними нормативних документів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Будівельна кліматологія: ДСТУ Н Б В.1.1-27:2010.
2. Отопление, вентиляция и кондиционирование: СНиП 2.04.05-91*.
3. Пат. RU 2423676 С1 МПК G01J11/00. Способ для измерения суммарной энергии солнечного излучения, падающей на здание, и устройство для его осуществления / А.В. Уваров, Д.И. Кузнецов. - №2009147989/28; заявл. 23.12.2009; опубл. 10.07.2011.
4. Современное состояние метрологического обеспечения теплоточных измерений с помощью первичных преобразователей теплового потока / [Л.В. Декуша, Л.И. Воробьев, Т.Г. Грищенко и др.] // Метрологія та вимірювальна техніка: наук. праці IV міжн.наук.-техн. конф. (Харків, 12-14 жовтня 2004р.) / Держ. ком. України з питань техн. регулювання та спожив. політики. - Харків: ННЦ Інститут метрології, 2004. – Т. 2.–С. 26-31.
5. Аппаратурное обеспечение поверочной схемы для теплоточных измерений / [С.И.Ковтун, Т.Г. Грищенко, Л.В. Декуша, Л.И. Воробьев] // Вимірювальна техніка та метрологія. - Львів: НУ "Львівська політехніка", 2008. – Вип. 68. – С. 126-133.
6. Енергія сонячна. Калібрування піранометра із застосуванням піргеліометра: ДСТУ ISO 9846.
7. Приёмник теплового излучения с цифровым показывающим устройством РАП-12.М.2": Программа и методика метрологической аттестации ПАМ 081/39.254-2003. – К., 2003.

Стаття надійшла до редакції 18.03.2013 р.