

Рассмотрено устройство дифференциального радиометра и методика применения таких приборов при определении характеристик передачи энергии солнечного излучения через светопрозрачные конструкции зданий.

УДК 551.510.534:621.383.52

Л.В. Декуша, канд. техн. наук,
Л.И. Воробьев, канд. техн. наук,
В.И. Шаповалов, **А.В. Гайдучек**
*Институт технической теплофизики
 НАН Украины*

КОМПЛЕКС ПРИБОРОВ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ЗАТЕНЕНИЯ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

В целях энергосбережения при проектировании и строительстве зданий необходимо корректно определять энергетический баланс помещений. В современных общественных и жилых зданиях значительную долю площадей фасадов занимают светопрозрачные конструкции, через которые в помещение поступает солнечное излучение. Видимое излучение обеспечивает освещенность помещений в светлое время суток, а энергетическую составляющую солнечного излучения, приходящуюся, в основном, на ближнюю инфракрасную область спектра, необходимо учитывать в энергетическом балансе зданий. Для зданий, южные фасады которых имеют значительную площадь остекления, летние затраты на кондиционирование соизмеримы с затратами на отопление в зимний период. Теплообмен через светопрозрачные конструкции обычно рассматривают как сумму двух составляющих – во-первых, теплообмена, вызванного разностью значений температуры воздуха внутри помещения и снаружи, а во-вторых, энергии солнечного излучения, прошедшей через конструкцию.

Плотность теплового потока, соответствующая первой из указанных составляющих, пропорциональна разности температур и обратно пропорциональна сопротивлению теплопередачи R .

Вторую составляющую теплообмена характеризуют так называемым коэффициентом затенения (Shading Coefficient) SC . Данный коэффициент характеризует способность конструкции пропускать прямое солнечное излучение. Коэффициент затенения определяется как отношение теплового потока проходящего через данную конструкцию вследствие прямого солнечного излучения в диапазоне длин волн $0,3...2,5$ мкм к тепловому потоку, проходящему в тех же условиях через стекло толщиной 3 мм. Коэффициент затенения показывает долю прохождения не только прямого потока энергии солнечного излучения (ближняя инфракрасная область спектра), но и излучение стекол вследствие разогрева из-за поглощения в них энергии (дальняя инфракрасная область спектра).

Методы расчета проходящей через окна энергии солнечного излучения, а также отраженной и поглощенной энергии, основанные на применении данных о спектре излучения, спектральных характеристиках стекол и конструкции окна, нормированы в ISO 9050:2003 [1]. Экспериментальный метод определения указанных характеристик в настоящее время не нормирован, и ряд исследований посвящен созданию калориметрических средств измерения, как в натурных условиях, так и с применением имитатора солнечного излучения [2, 3].

В ИТТФ НАНУ разработан комплекс приборов для определения составляющих радиационного теплообмена через светопрозрачные конструкции в натурных условиях при прямом воздействии солнечного излучения. Комплекс состоит из набора радиометров и вторичной измерительно-регистрирующей аппаратуры. Радиометр РАП-12ДС, внешний вид которого представлен на рис.1, реализован по принципу дифференциального калориметра и является абсолютным полостным неселективным приемником теплового излучения.



Рис. 1 - Внешний вид радиометра РАП-12ДС.

Приемник теплового излучения содержит две идентичные теплотрические ячейки, включенные дифференциально и расположенные в водоохлаждаемом проточном теплообменнике.

Конструктивная схема приемника приведена на рис. 2.

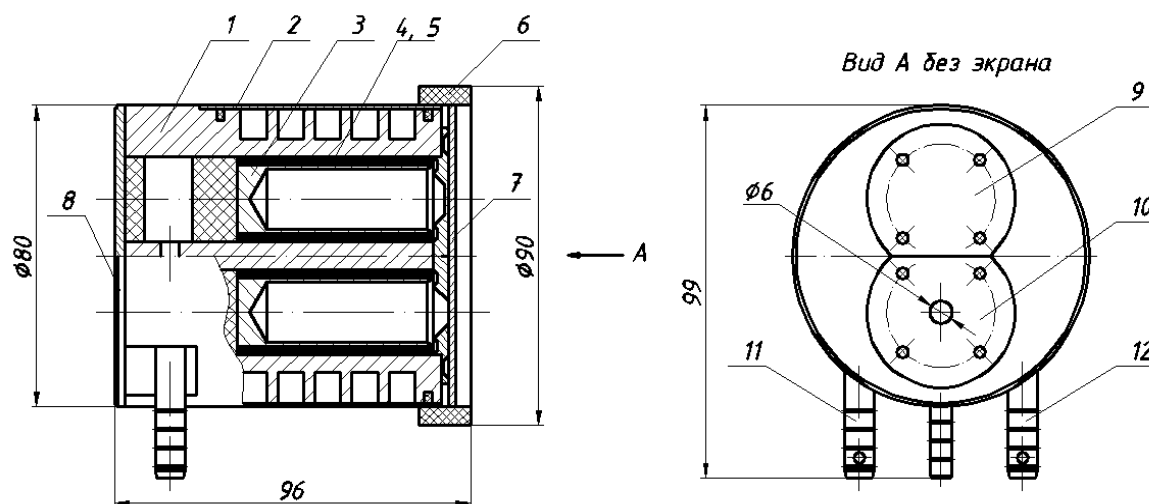


Рис. 2 – Конструктивная схема радиометра РАП-12ДС

1 – теплообменник; 2 – кожух; 3 – тепловой коллектор; 4,5 – калибровочный нагреватель, термобатарея ПТП; 6 – съемная крышка; 7 – экран; 8 – крышка теплообменника; 9 – диафрагма ячейки референта; 10 – диафрагма рабочая; 11 – подводящий штуцер; 12 – отводящий штуцер.

Каждая ячейка состоит из теплового коллектора 3, выполненного из высокотеплопроводного материала, на наружной поверхности которого расположен калибровоч-

ный нагреватель 4, выполненный в виде бифилярной спирали. Между нагревателями 4 ячеек и теплообменником 1 расположены дифференциально соединённые цилиндрические преобразователи теплового потока генераторного типа 5 (далее по тексту ПТП). ПТП выполнены согласно межгосударственному стандарту ДСТУ 3756 (ГОСТ 30619-98) [4] в виде вспомогательной стенки, на одной поверхности которой расположены горячие, а на другой - холодные спаи батареи термоэлементов. ПТП 5 является основным чувствительным элементом приемника и генерируемый им электрический сигнал пропорционален поверхностной плотности потока теплового излучения, проходящего в отверстие диафрагмы 10. Тепловой коллектор 3 вместе с диафрагмой 10, являются моделью абсолютно черного тела. Вспомогательная крышка 9 из полированного дюралюминия, выполненная в размерах диафрагмы, закрывает вторую (вспомогательную) теплотметрическую ячейку-референт. Таким образом, измеряемый тепловой поток не воздействует на вспомогательную ячейку. Теплообменник 1 вместе с кожухом 2 образуют каналы для циркуляции хладагента, подаваемого от водяного термостата через штуцера 11 и 12. Средний штуцер служит для вывода кабеля токоподающих и потенциалосъемных проводов. Для контроля температуры теплового коллектора 3 применён термоэлектрический преобразователь температуры. Для увеличения коэффициента поглощения внутренняя поверхность теплового коллектора 3 покрыта слоем оксидной черни.

Диапазон измерения плотности потока теплового излучения – от 10 до 2000 Вт/м². Спектральный диапазон теплового излучения от 0,3 до 24 мкм. Интегральная поглощательная способность - не менее 0,99.

Методика измерений при определении составляющих радиационного теплообмена через светопрозрачные конструкции в натуральных условиях при прямом воздействии солнечного излучения проиллюстрирована на рис.3.

При определении всех составляющих излучения радиометр располагается так, чтобы ось приемной ячейки была нормальна к поверхности контролируемого остекления. Исследования проводят летом в ясную солнечную погоду, но связи с тем, что поток падающего солнечного излучения нестабилен, все составляющие необходимо определять одновременно, проводя серию измерений и усредняя результаты. Энергию, отраженную от стен, пола и потолка помещения в сторону окна обычно не измеряют, полагая, что для достаточно большого помещения эта энергия незначительна и ею можно пренебречь. Энергию, поглощенную остеклением определяют вычитая из энергии падающего излучения энергию прошедшего и отраженного потоков излучения.

Определенные экспериментально энергетические характеристики светопрозрачной конструкции используют для анализа поступающей в помещение радиационного теплового потока летом и зимой. Чем ниже коэффициент затенения, тем лучше солнцезащитные свойства остекления. При проектировании зданий и выборе типов стекол необходимо определить, что важнее – получение дополнительного солнечного подогрева помещения зимой или снижение затрат на кондиционирование летом.



Рис. 3 - Измерение составляющих радиационного теплообмена через светопрозрачные конструкции

Список литературы

1. ISO 9050:2003 Glass in building – Determination of light transmittance, solar direct transmittance, total solar energy transmittance, ultraviolet transmittance and related glazing factors.
2. H. Hakansson, B. Fredlund A new Solar simulation facility for calorimetric measurements on windows and shading devices / The 5-th Symposium on Building Physics in the Nordic Countries, Aug. 1999, Goteborg, Sweden.
3. T. Inoue, M. Momota Simplified on-site method for evaluating solar shading performance of advanced windows / The 23-th Conference on Passive and Low Energy Architecture, Geneva, Switzerland, 6-8 Sept. 2006.
4. ДСТУ 3756-98 (ГОСТ 30619-98) Энергобережения. Перетворювачі теплового потоку термоелектричні загального призначення. Загальні технічні умови. – Київ: Держстандарт України, 2000. – 21 с.

КОМПЛЕКС ПРИЛАДІВ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА ЗАТІНЕННЯ СВІТЛОПРОЗОРИХ КОНСТРУКЦІЙ

Л.В. Декуша, Л.І. Воробйов, В.І. Шаповалов, О.В. Гайдучек

Розглянуто устрій диференційного радіометра та методика застосування таких приладів при визначенні характеристик передачі енергії сонячного випромінювання крізь світлопрозорі конструкції будівель.

THE COMPLEX OF DEVICES FOR DEFINITION OF FACTOR ЗАТЕНЕНИЯ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ДИЗАЙНОВ

L.V. Dekusha, L.I. Vorobjev, V.I. Shapovalov, A.V. Gajduchek

The design of differential radiometer and procedure of application of such devices for determination of the thermal properties of solar radiation energy through the light transmissive building constructions are considered.