



II Международная научно-практическая конференция
«Альтернативная и интеллектуальная энергетика»

Assessment of the intensity and flow of straight solar radiation falling onto the horizontal surface of a room

Мерциев Александр
Александрович,
sasha__1990@mail.ru

16-18 сентября 2020 г
Воронеж, Россия





Assessment of the
intensity and flow
of straight solar
radiation falling
onto the horizontal
surface of a room

Введение

«Альтернативная и интеллектуальная энергетика»

Возобновляемые источники энергии безуданно вызывают рост потребности на всех уровнях мирового сообщества. Возобновляемые источники энергии получили не только энергетическое, но и политическое значение. Происходит это вследствие повышенного интереса, прежде всего связанного с надеждами на экологически безопасное и устойчивое энергоснабжение человечества в будущем. Точное прогнозирование или расчет потоков солнечного излучения, поступающего на горизонтальную поверхность в конкретной географической точке на практике невозможно, так как метеорологическая информация не всегда доступна и достоверна. Поэтому для расчета характеристик солнечных установок требуются использовать данные экспериментальных измерений параметров солнечного излучения в рассматриваемом месте. Наиболее точной информацией является величина прямого солнечного излучения, поступающего на горизонтальную поверхность. Характеристики солнечного излучения зачастую представляются в разных видах.

Постановка задачи

Для оценки потока падающего солнечного излучения можно использовать также результаты измерений продолжительности времени, в течение которого солнечный диск на небе является видимым т.е. при ясном небе. Наиболее доступными данными о потоках падающего солнечного излучения являются среднемесячные дневные суммы суммарного излучения, поступающего на горизонтальную поверхность, и часовые суммы суммарного излучения, поступающего на горизонтальную поверхность для каждого часа. Данные наземных измерений потоков солнечного излучения, выполнены под эгидой Всемирной метеорологической организации, представлены в архивах Мирового радиационного центра данных. Но следует отметить, что точность полученных данных отличаются от соответствующих современных требований, погрешность которых составляет от 5% до 20%.



Методика эксперимента

Измерение потоков солнечного излучения, приходящих на наклонные или горизонтальные поверхности, являются важным при определении поступления энергии на солнечные коллекторы. Долгое время традиционной единицей измерения плотности потока падающего солнечного излучения была калория/см². В настоящее время более привычной единицей измерения принято считать МДж/м² или Вт/м².

Для расчета динамического поведения солнечных установок и оборудования, а также моделирования долгосрочной работы установок необходимы более детальные данные о солнечном излучении. В связи с этим авторами были проведены измерения потока прямого солнечного излучения на горизонтальной поверхности через светопрозрачную конструкцию. Измерения проводились с помощью устройства высшего класса в период времени с 1 июля по 1 августа 2019 года.



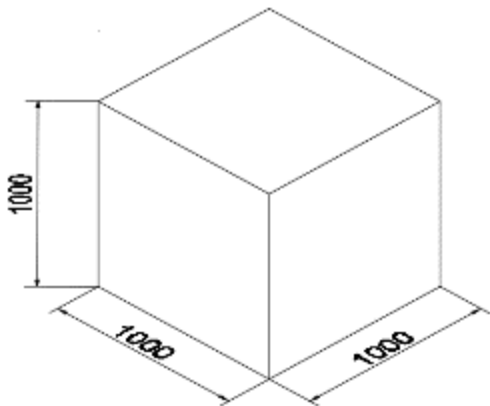


Assessment of the
intensity and flow of
straight solar
radiation falling
onto the horizontal
surface of a room

«Альтернативная и интеллектуальная
энергетика»

Методика эксперимента

Измерения проводились на горизонтальной поверхности экспериментальной модели помещения размером 1x1x1 м. Модель помещения была выполнена из легких конструкций имеющая одну из вертикальных стенок полностью стеклянную. Модель полностью отвечает необходимым требованиям по тепловой защите для климатических параметров Воронежской области.



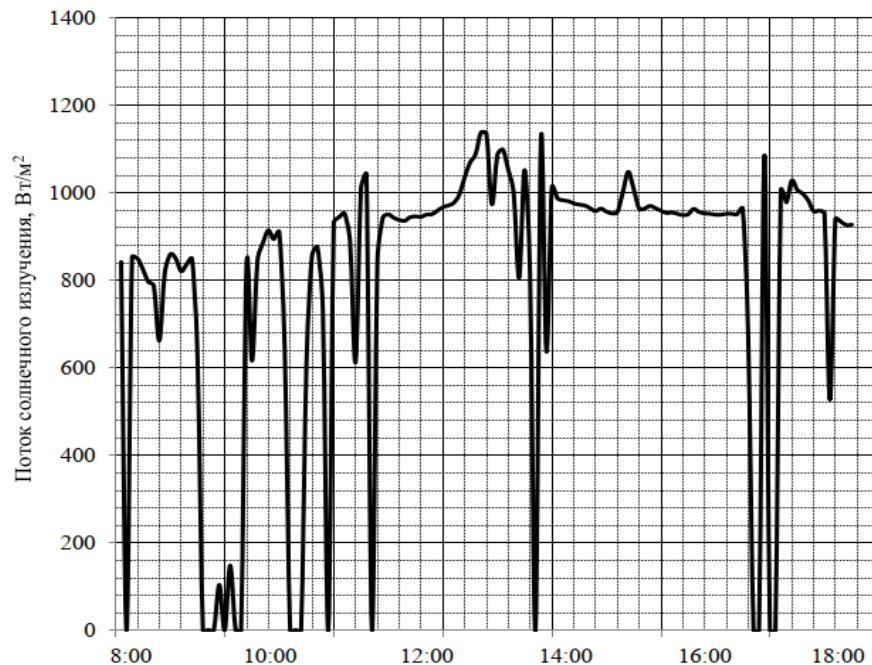


«Альтернативная и интеллектуальная энергетика»

Assessment of the intensity and flow of straight solar radiation falling onto the horizontal surface of a room

Результаты измерений

Результаты измерений показали интенсивное волнообразное изменение потока солнечного излучения в период времени равному 8 часам и приведены графически.



Время, ч



«Альтернативная и интеллектуальная энергетика»

Assessment of the intensity and flow of straight solar radiation falling onto the horizontal surface of a room

Обсуждение

Поскольку в течении суток состояние атмосферы и ее масса изменяется рассеяние и поглощение падающего солнечного излучения будет зависеть от времени. При расчете потоков падающего на горизонтальную поверхность излучения за период времени или день в целом при стандартных условиях в атмосфере необходимо пользоваться понятием стандартного (чистого) неба. В трудах профессора Массачусетского технологического института Хойтом Кларком Хоттелом был предложен метод оценки потока прямого солнечного излучения, распространяющегося через прозрачную атмосферу, который учитывает зенитный угол и высоту места измерений. Однако метод позволяет проводить расчеты для стандартных условий в атмосфере и четырех типов климата.



Проведение расчетов

На основании проведенных измерений оценим прозрачность атмосферы для прямого потока солнечного излучения для каждого часа (средины часа) и произведем расчет потока излучения, падающего на горизонтальную поверхность. Расчет для интервала времени от 10 до 11 часов (т.е. для момента времени 10:30). Используя высоту стандартной атмосферы равную 0,27 км получим следующие значения коэффициентов:

$$a_0^* \equiv 0,4273 - 0,0821(6 - 0,27)^2 = 0,154$$

$$a_1^* \equiv 0,5055 + 0,0595(6,5 - 0,27)^2 = 0,736$$

$$k^* \equiv 0,2711 + 0,01858(2,5 - 0,27)^2 = 0,363$$

Тогда коэффициент пропускания атмосферы будет равен:

$$\tau_b = 0,154 + 0,736 \exp\left(\frac{-0,363}{0,507}\right) = 0,513$$



Проведение расчетов

Поток прямого излучения на нормальную к лучу поверхность при ясном небе, по результатам замеров, будет равен:

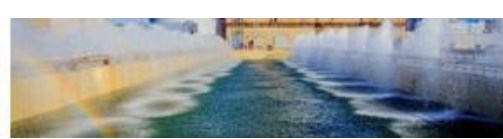
$$G_{cnb} \cong 980 \cdot 0,513 = 502,74$$

В этом случае отношение потока рассеянного излучения к потоку заатмосферного, падающего на горизонтальную поверхность равно:

$$\tau_d \cong 0,271 - 0,294 \cdot 0,513 = 0,12$$

Таким образом поток излучения, падающий на горизонтальную поверхность будет равен:

$$G_{cd} \cong 980 \cdot 0,507 \cdot 0,12 = 59,62$$



«Альтернативная и интеллектуальная энергетика»

Выводы

При применении данного метода оценки и расчета потока излучения, падающего на горизонтальную поверхность, для расчета солнечных установок, используемых в центрально-черноземном регионе, повысится эффективность и точность подбора таких установок, на реальной местности, что даст в последующем рост производительности до 10%.



Спасибо за внимание