Математическое моделирование потока солнечной радиации, приходящей на коллектор

В.А. Хорева, С.Л. Елистратов

Новосибирский государственный технический университет, Россия, 630073, г. Новосибирск, проспект К.Маркса, 20

Для определения потенциала выработки солнечной энергии часто используют карты ресурсов солнечной энергии. Эти карты создаются на основе спутниковых снимков и интерполяции данных наземных метеорологических станций, которые часто сильно удалены друг от друга, а их данные не всегда точны. Данные на картах не всегда имеют высокое качество и достаточный масштаб, чтобы быть надежной опорой для принятия решения по установке солнечного коллектора. Ошибка в выборе места расположения или угла наклона солнечного коллектора может привести к существенному уменьшению энергии солнечного излучения, падающей на коллектор.

Точные и надежные данные о приходящей на коллектор энергии позволяют создать базу данных производительности солнечных станций в разных географических и природно-климатических условиях. Существующие способы расчёта не являются универсальными, так как итоговое значение мощности солнечного излучения в некоторых способах не зависит от высоты установки солнечного коллектора над уровнем моря; не учитывается конечная высота атмосферы; расчет можно проводить только для зенитных углов до 75°; зависимость мощности солнечного излучения, приходящей на поверхность Земли, от высоты установки коллектора является линейной, что не имеет под собой физического обоснования [1-6].

Цель работы – создание уточненной методики расчета потока солнечной радиации, приходящей на приёмник, (приемник – плоскость, воспринимающую солнечную радиацию), для решения практических задач по выработке электрической и тепловой энергии с учетом основных факторов:

* плотности атмосферы;
* пути прохождения через атмосферу;
* особенностей расположения приёмника;
* географического положения приемника.

В работе представлен принципиально новый метод расчета значения потока солнечной радиации, приходящей на солнечный коллектор. Предлагается рассчитывать приходящий на коллектор поток солнечной радиации как функцию от плотности атмосферы и длины пути солнечных лучей в атмосфере. Плотность рассчитывается по уравнению Менделеева-Клапейрона, а длина путей солнечных лучей в атмосфере меняется в каждый момент времени в зависимости от положения Солнца. Результатом проделанной работы является расчетная программа, которая может использоваться для расчета солнечного коллектора на любой широте и высоте над уровнем моря.

Программа позволяет:

* рассчитать количество солнечной радиации, приходящей на солнечный коллектор, установленный под любым углом к потоку солнечного излучения;
* оценить эффективность его установки в любом регионе;
* рассчитать мощность солнечного коллектора в любой день или за определенный период времени на любой высоте над уровнем моря, для любого угла наклона коллектора и азимута;
* выбрать наиболее оптимальный угол наклона солнечного коллектора.

Для верификации расчетной модели будут проведены экспериментальные исследования на стенде Международного учебного центра НГТУ, включающего вакуумный солнечный коллектор, теплоизолированный бак-аккумулятор объемом 950 литров, систему теплого пола и современные конвекторы отопления с энергосберегающими насосными группами. Предлагаемая методика может служить основой эксергетического анализа солнечных коллекторов, так как получаемое в результате расчетов значение солнечной радиации на перпендикулярную потоку поверхность является эксергетическим потенциалом солнечной радиации. Результаты исследования могут быть обобщены для оценки эффективности использования солнечной энергии на территории России и за ее пределами.

**Список литературы**

1. Loan Sarbu, Calin Sebarchievici. Solar heating and cooling systems. London: TNQ Books and Journals, 2017. 441 p.
2. Stephenson D.G. Tables of solar altitude and azimuth. Intensity and solar heat gain tables. Technical Paper. Ottawa: National Research Council of Canada, 1967. 31 p.
3. Laue, E. G. // Solar Energy. 1970. V 13. №1. P. 43-50.
4. Meinel, A.B., Meinel, M.P. Applied solar energy. Michigan: Wesley Pub. Co., 1976. 651 p.
5. Kapur. A.S. A practical guide for total engineering of MW capacity solar PV power project. White Falcon Publishing, 2016. (118 p.).
6. Lucien Wald. Basics in solar radiation at Earth surface. Edition I. Paris: PSL Research University, 2018. 57 p.