

другие общие для всех структур потери, такие как неидеальная отражательная способность зеркал, несовершенное поглощение света в поглотителе. Применение концентратора, покрытого диэлектриком, может дать больший апертурный угол, но он имеет большой вес и более подвержен старению.

В работе предлагается конструкция параболического концентратора со встроенной в ветви параболы (D, C) тонкой собирающей линзой (рис.1 (б)). Данная конструкция позволит увеличить концентрацию солнечной радиации на абсорбере. Это происходит из-за преломления луча в линзе и зеркального отражения отражающей поверхности. В результате свет направляется под увеличенным углом падения на теплоноситель (AB) у основания линзового параболического концентратора.

Заключение. Использование концентраторов в солнечных установках позволяет повысить в сотни раз плотность энергии солнечной радиации, а, следовательно, и температуру теплоносителя в случае теплового преобразования энергии. Применение линзового параболического концентратора позволит увеличить концентрацию солнечной радиации, что положительно скажется на производительности установки.

Таким образом, внедрение фокусирующих концентраторных систем позволяет улучшить технико-экономические показатели гелиоэнергетической системы.

Мирончук В.И., исследователь в области тех. наук,
Вельченко А.А., к.т.н., доцент, **Андрианов В.М.,** д.ф.-м.н.,
УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», Минск, Республика Беларусь

АЛГОРИТМ РАСЧЕТА СОЛНЕЧНОЙ ТРАЕКТОРИИ В ТЕЧЕНИИ ДНЯ ДЛЯ НЕСКОЛЬКИХ ОБЛАСТНЫХ ЦЕНТРОВ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Ключевые слова: диаграмма солнечной траектории, солнечное склонение, азимут Солнца, угол положения Солнца над горизонтом

Аннотация: В работе рассматривается алгоритм расчета для анализа свойств Солнца в течении дня и построение диаграммы солнечной траектории для 4-х областных центров в Республике Беларусь.

Основная часть. Солнце является мощнейшим регенеративным источником энергии и центральным небесным телом нашей звездной системы. Значения интенсивности излучения на Земле обычно ниже значения в открытом космосе. Это связано с потерями излучения, которые происходят при прохождении через атмосферу. Для многочисленного вычисления интенсивности солнечного излучения большое значение имеет значение

для конкретной точки Земли высоты Солнца, которое определяется углом положения солнца над горизонтом и азимутом Солнца.

На рис. 1 изображена Земля с земной осью, вокруг которой она обращается за 24 часа. Земная ось перпендикулярна экваториальной плоскости Земли. Поверхность Земли характеризуется двумя основными величинами: географической широтой φ , величина которой положительна для точек, лежащих севернее экватора (0° до 90°) и отрицательна – для точек, лежащих южнее экватора (0° до -90°); географической долготой ψ .

Угол между средней точкой Солнца и небесным экватором называется солнечное склонение δ и является мерой сезонных изменений. В северном полушарии δ плавно изменяется от $\delta_0 = +23,5^\circ$ в период летнего солнцестояния до $\delta_0 = -23,5^\circ$ в период зимнего солнцестояния, т.е. в течении года находится в диапазоне $23,5 \geq \delta \geq -23,5$. Склонение Солнца можно посчитать по формуле Купера:

$$\delta = \delta_0 \sin[360^\circ(284+n)/365],$$

где n – день года ($n=1$ соответствует 1 января).

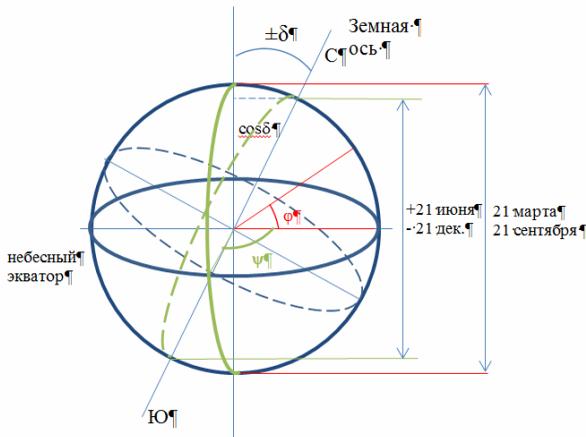


Рисунок 1 – Движение Земли вокруг своей оси в космосе:
 δ – склонение Солнца, С – северный полюс, Ю – южный полюс,
 φ – географическая широта, ψ – географическая долгота.

На основании географической широты местности и часового угла рассчитывается угол положения Солнца над горизонтом γ_c и азимутом солнца a_c :

$$\gamma_c = \arcsin(\cos \omega \cdot \cos \varphi \cdot \cos \delta + \sin \varphi \cdot \sin \delta); \quad (1)$$

$$a_c \begin{cases} 180^0 - \arccos \frac{\sin \gamma_c \cdot \sin \varphi - \sin \delta}{\cos \gamma_c \cdot \cos \varphi} & \text{для } T_{\text{полд.}} \leq 12:00 \text{ ч.} \\ 180^0 + \arccos \frac{\sin \gamma_c \cdot \sin \varphi - \sin \delta}{\cos \gamma_c \cdot \cos \varphi} & \text{для } T_{\text{полд.}} \geq 12:00 \text{ ч.} \end{cases} \quad (2)$$

где $T_{\text{полд.}}$ – истинный полдень берется из графика изменения уравнения времени; ω – часовой угол Солнца,

На основании представленного расчета по выражениям 1 и 2 достаточно трудно провести анализ свойств Солнца в течении дня. Поэтому представим в виде диаграммы солнечной траектории зависимость угла положения Солнца над горизонтом от азимута Солнца для дня зимнего солнцестояния (21 декабря) в 4-х областных центрах (г. Минск, г. Брест, г. Гомель, г. Витебск), как дополнительный параметр на графике указано время суток.

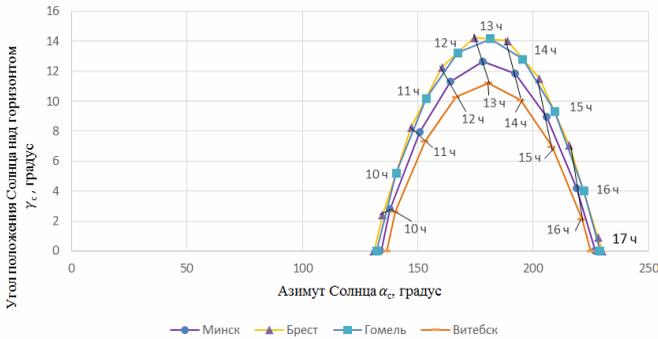


Рисунок 2 – Диаграмма солнечной траектории для 4-х областных центров РБ (21 декабря)

На рис.2 рассмотрено сравнение солнечной траектории для 4-х городов РБ, где самые минимальные значения имеет г. Витебск. Несколько выше на графике находится солнечная траектория г. Минска, а для г. Гомеля и г. Бреста солнечные траектории расположены близко между собой. Из рис. 2 следует, что угол γ_c незначительно отличается от времени суток в г. Гомеле, г. Минске, г. Витебске. Для г. Бреста γ_c существенно больше, чем для других областных центров РБ для аналогичного времени суток.

Заключение. Самая низкая солнечная траектория наблюдается в г. Витебске. Это свидетельствует о том, что данный областной центр имеет по сравнению с другими областными центрами РБ более низкую интенсивность солнечного излучения. Это связано с тем, что чем меньше угол положения Солнца над горизонтом, тем больше путь солнечного излучения через атмосферу Земли, следовательно, и увеличиваются потери интенсивности солнечного излучения в атмосфере.