

УДК 007.2

ГЕОМЕТРИЯ НАЗЕМНОЙ УПРАВЛЯЕМОЙ ПЛАТФОРМЫ СОЛНЕЧНЫХ БАТАРЕЙ

Денисов Д. И., Залива А. В.

к.т.н., доцент каф. КСУ Великий В. И.

Одесский Национальный Политехнический Университет, УКРАИНА

АННОТАЦИЯ. В статье представлены геометрические соотношения для приемной площадки прямого солнечного излучения, показаны частные случаи положения площадки и соответствующие выражения для расчета угла падения солнца в зависимости от координат, склонения и часового угла

Введение. Ограниченность природных ресурсов и постоянное их истощение вызывают необходимость поиска новых путей энергообеспечения с использованием нетрадиционных и возобновляемых источников энергии. Из них самым крупным потенциалом обладает солнечная энергия [2]. При любом способе получения энергии солнца применяются блоки, панели, приемные площадки, которые преобразуют или перенаправляют солнечное излучение определенным образом. При этом возникают вопросы ориентации приемных площадок с учетом координат точки приема энергии, вращения Земли вокруг своей оси и Солнца.

Цель работы. Целью работы является построение и анализ геометрических параметров, связанных с расположением приемной площадки относительно Солнца, и представлением аналитических связей между этими параметрами для задач управления.

Основная часть работы. В связи с наличием атмосферы и поверхности земли суммарный поток R_{Σ} солнечного излучения (СИ) поступает на произвольно-ориентированную солнечную панель в виде трёх потоков солнечной энергии – прямой $R_{пр}$, рассеянной в атмосфере $R_{рас}$ и отраженной от поверхности земли $R_{отр}$:

$$R_{\Sigma} = R_{пр} + R_{рас} + R_{отр} \quad (1)$$

В любой точке Украины $A(\varphi, \psi)$, где φ – координата поверхности в градусах северной широты, а ψ – восточной долготы, определяющую роль в суммарном потоке играет прямое солнечное излучение $R_{пр}$. При этом СИ, поступающее на приемную площадку, зависит от многих факторов, и в первую очередь, от геометрического расположения приемной площадки относительно Солнца [1]. На рис. 1 представлена горизонтальная площадка S на земле с точкой $A(\varphi, \psi)$, где расположена произвольно-ориентированная наклоненная к Югу под углом β плоская приемная площадка F, OO – линия пересечения плоскостей F и S.

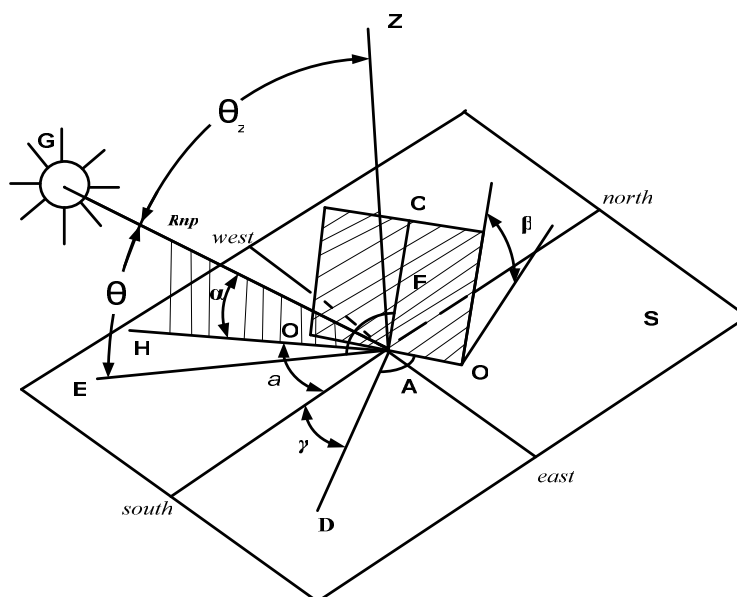


Рис. 1 – Геометрия приемной площадки солнечного излучения

G – солнце, а GA – направление прямых солнечных лучей на площадку F . $АН$ – проекция GA на плоскость S , тогда угол α – высота солнца над горизонтом, а угол a между направлением на юг и проекцией GA на плоскость S является азимутом Солнца.

$AD \perp S$ и $AD \perp OO$, поэтому угол γ между направлением на юг и перпендикуляром AD к OO называют азимутом приемной площадки.

$AE \perp F$, поэтому θ – угол падения солнца, равный углу между GA и перпендикуляром к F .

$ZA \perp S$, тогда угол θ_z – зенитный угол солнечного излучения или Солнца.

Соотношение между θ , θ_z и α для горизонтальной ($\beta = 0$), наклонной ($\beta > 0$) и вертикальной ($\beta = 90$) показано на рис. 2.

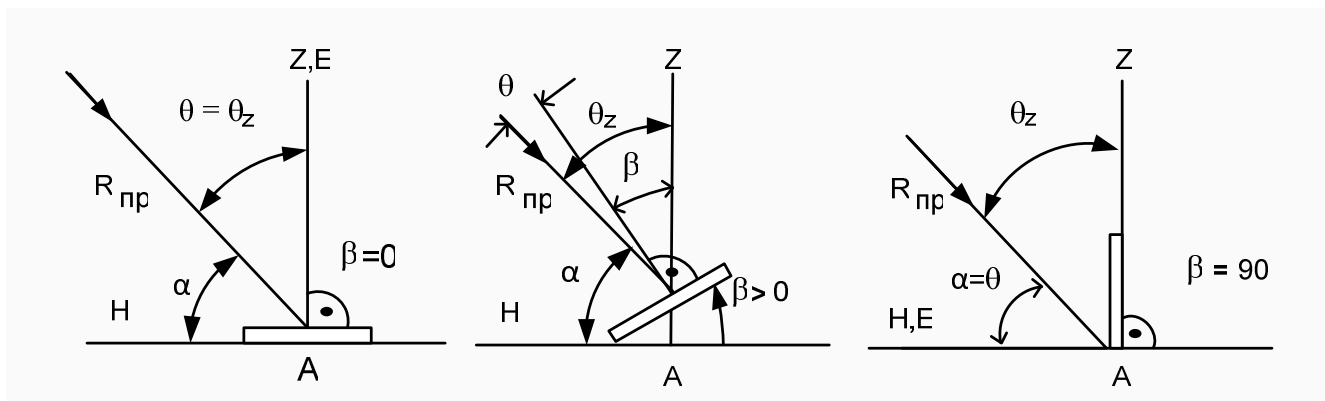


Рис. 2 – Соотношение θ , θ_z и α для горизонтальной, наклонной и вертикальной приемных площадок

Видно, что для случая, когда $\beta = 0$, $\theta = \theta_z$, а когда $\beta = 90$, то $\theta = \alpha$. На всех рисунках принято, что высота солнца α во всех случаях одинакова. Однако количество солнечной энергии R , поступающее на приемную площадку, будет различным:

$$R = R_{пр} \cdot \cos \theta \quad (2)$$

Можно показать, что для горизонтальной приемной площадки, когда $\beta=0$,

$$\cos \theta = \cos \theta_z = \cos \omega \cos \varphi \cos \delta + \sin \varphi \sin \delta \quad (3)$$

Для перпендикулярной к поверхности земли приемной площадки, когда $\beta=90$, имеем:

$$\cos \theta = \cos \delta (\sin \varphi \cos \gamma \cos \omega + \sin \gamma \sin \omega) - \sin \delta \cos \varphi \cos \gamma \quad (4)$$

Для наклонной строго к югу приемной площадки, когда $\beta > 0$ и $\gamma=0$ можно получить:

$$\cos \theta = \sin(\varphi - \beta) \sin \delta + \cos(\varphi - \beta) \cos \delta \cos \omega \quad (5)$$

В выражениях (3) – (5) δ – склонение Солнца, а ω – часовой угол Солнца.

Выводы. Таким образом, в статье рассмотрены вопросы построения и анализа геометрических параметров, связанных с расположением приемной площадки солнечной энергии относительно солнца. Были рассмотрены частные случаи взаимного расположения приемной площадки и источника. Представлены аналитические выражения, показывающие зависимость угла падения солнечного излучения от координат площадки, склонения и часового угла солнца. Эти выражения могут быть положены в основу управления по минимизации угла падения солнца в соответствии с (2) для повышения эффективности системы от 15% до 20%.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Виссарионов В.И. Солнечная энергетика / В.И. Виссарионов, Г.В. Дерюгина, В.А. Кузнецова, Н.К. Малинин. – М.: Издательский дом МЭИ, 2008. – 276 с.
2. Кривцов В.С. Неисчерпаемая энергия. Кн. 3. Альтернативная энергетика / В.С. Кривцов, А.М. Алейников, А.И. Яковлев. – Харьков: ХАИ, 2005. – 600 с.