

**АВТОМАТИКА, ТЕЛЕМЕХАНИКА, СВЯЗЬ, ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА,
ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ**

УДК [621.311.25:551.521.1]:63

Ем Татьяна Михайловна – ассистент (Алматы, АУЭС)

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ СОЛНЕЧНОГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОЛЛЕКТОРА С
ПАРАБОЛОЦИЛИНДРИЧЕСКИМ КОНЦЕНТРАТОРОМ**

Основным конструктивным элементом солнечной установки является коллектор солнечной энергии (КСЭ), в котором происходит улавливание солнечной энергии, преобразование ее в другие виды энергии. Если в коллекторе происходит преобразование солнечной энергии в теплоту, то такие КСЭ называются тепловыми, если преобразование происходит в электрическую энергию, то такие КСЭ называются солнечными фотоэлектрическими панелями, в случае, если преобразование солнечной энергии происходит в тепловую и электрическую энергию, то такие КСЭ можно назвать энергетическими коллекторами.

Различают два основных типа коллекторов – плоские и фокусирующие. В фокусирующих коллекторах происходит концентрация солнечной энергии, падающей на поглотитель (абсорбер) коллектора.

Эффективность КСЭ определяется его коэффициентом полезного действия η [1]

$$\eta = \eta_0 - K(T_{вх} - T_n) / \kappa \gamma I, \quad (1)$$

где $\kappa \gamma I = I_k$ - плотность солнечной радиации, поступающей на поверхность КСЭ, γ - эффективный коэффициент концентратора, η_0 - оптический КПД коллектора, равный отношению поглощенного потока солнечной энергии I_n к поступающему на площадь коллектора I_k , K - коэффициент теплопотерь, $T_{вх}, T_n$ - температуры теплоносителя на входе в коллектор и температура наружного воздуха, I - среднемесячная или среднегодовая плотность солнечной радиации на горизонтальную поверхность в данной местности при безоблачном небе, K - коэффициент действительного потока.

Оптический КПД определяется как произведение коэффициента пропускания излучения прозрачной изоляцией КСЭ τ и коэффициента его поглощения α . Для плоского коллектора γ зависит от периода года и угла наклона поверхности коллектора к горизонту β .

Для фотоэлектрических панелей электрический КПД не зависит от тепловых потерь и определяется как η_0

$$\eta_0 = \tau \cdot \alpha_0 \cdot I_k, \quad (2)$$

где α_0 - электрический КПД солнечной панели, который зависит от типа панели.

В работе [2] приведена конструкция солнечного теплового коллектора «Демитан», который состоит из необходимого количества одинаковых секций, соединенных входными и выходными патрубками. Каждая секция состоит из двух соосных цилиндрических прозрачных для солнечных лучей оболочек, образующих кольцевой канал, разделенного на ряд секторов ребрами жесткости. Прозрачный корпус секции

неподвижен относительно осевого трубчатого теплоприемника (абсорбера). К теплоприемнику прикреплен параболоцилиндрический концентратор, который поворачивается к солнцу с помощью термопривода.

Конструкция указанного теплового коллектора «Демитан» позволяет легко превратить его в энергетический коллектор, предназначенный для выработки не только тепловой, но и электрической энергии. Для этого внутренняя поверхность концентратора снабжается фотоэлектрической панелью, при этом $\alpha_{\gamma} I_{\kappa}$ падающего излучения превратится в электроэнергию, остальная часть отразится на абсорбер. Для увеличения эффективности коллектора предложено термопривод заменить на таймер с электроприводом с часовым поворотом концентратора на 15° относительно ориентации концентратора в полдень, а прозрачные оболочки покрыть селективной пленкой.

Рассчитаем эффективный кпд концентратора γ . Он зависит [1,3] от географической широты местности φ , часового угла ω и склонения солнца δ , угла наклона поглощающей поверхности к горизонту β , азимута солнца на горизонтальной поверхности α .

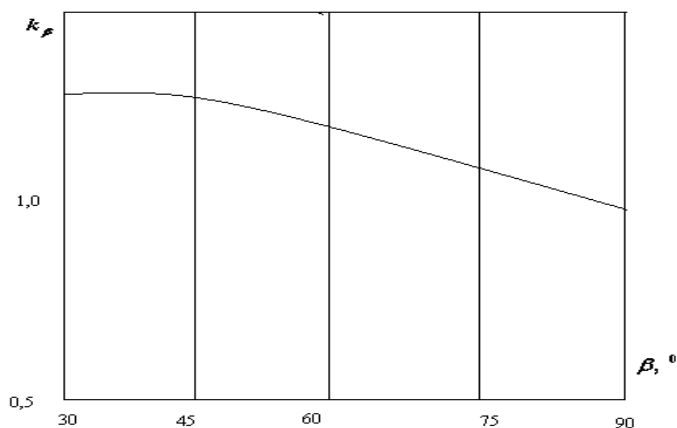
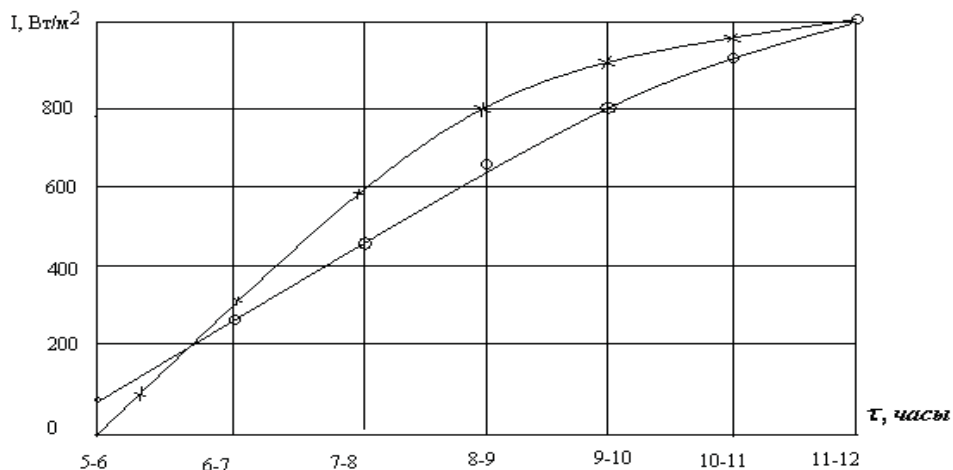


Рисунок 1 – Среднегодовой коэффициент пересчета суммарной солнечной радиации с горизонтальной поверхности на наклонную. Географическая широта 50° с. ш.

На рисунке 1 приведено изменение среднегодового среднемесячного коэффициента пересчета суммарного (прямого + рассеянного) потока солнечной энергии с горизонтальной поверхности на поверхность коллектора в зависимости от угла наклона β . График построен по результатам расчета для широты местности 50° с. ш., приведенного в работе [1].



В июле -o- - данные СНиП, -x- - $I_0 \cdot \cos \alpha$.

Рисунок 2 – Суммарная солнечная радиация на горизонтальную поверхность

Как видно из графика среднегодовой коэффициент пересчета K_β имеет максимум при $\beta = 39^\circ$, что соответствует оптимальному значению отношения $\beta/\varphi = 0,78$. Отсюда следует, что оптимальный угол наклона наклонной поверхности к горизонту для г. Алматы равен $33,8^\circ$ со среднегодовым значением $K_\beta = 1,3$. Для летнего периода (с 16 марта по 15 сентября) он равен 1,2, для зимнего периода (с 16 сентября по 15 марта) – 1,4.

Суточное изменение среднемесячной плотности суммарной солнечной радиации на горизонтальную поверхность при безоблачном небе в июле на широте 36° с. ш. приводится на рис. 2. График построен по данным работы [4] в пределах часовых углов захода (восхода) солнца для горизонтальной поверхности ω_3

$$\omega_3 = \arccos(-\operatorname{tg}\varphi\operatorname{tg}\delta).$$

Как видно из графика, суточное изменение суммарной солнечной радиации хорошо описывается соотношением

$$I_\omega = 0,921 I_0 \cos \omega, \quad (3)$$

где I_0 - плотность излучения в полдень, 0,921 – эмпирический коэффициент, что связано с уменьшением нормальной к падающему излучению площади КСЭ по закону $\cos\omega$ или $\cos a$. Для систем, автоматически следящих за азимутальным перемещением солнца по небосводу в пределах часовых углов восхода (захода) солнца ω_3 среднемесячная плотность солнечной радиации на поверхность коллектора при безоблачном небе I_a должна рассчитываться по формуле

$$I_a = K_a \cdot I, \quad (4)$$

где $K_a = 1,714$.

Таким образом, коллектор солнечной энергии с оптимальным углом наклона к горизонту с параболоцилиндрическим концентратором, автоматически следящим за азимутальным перемещением солнца, увеличивает плотность поступающего на площадь коллектора солнечной радиации. Плотность среднемесячной солнечной радиации при действительных условиях облачности поступающего на КСЭ может быть рассчитан по формуле

$$I_k = K K_\beta \cdot K_a I = 2,228 K I. \quad (5)$$

Рассчитаем коэффициент теплопотерь K при условии идеального селективного покрытия прозрачных оболочек. Пространство между внутренней оболочкой и абсорбером можно рассматривать как цилиндрическую воздушную прослойку. Определяющий критерий $G_r \cdot P_r = 2,5 \cdot 10^5$. Отсюда эквивалентный коэффициент теплопроводности прослойки воздуха $\lambda_{\text{экв}} = 2\lambda$, где λ - коэффициент теплопроводности воздуха [6]. Тогда K_ℓ определим по формуле:

$$K_\ell = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_n \cdot d_3} + \frac{1}{2\lambda_{\text{экв}}} \ln \frac{d_2}{d_1} + \frac{1}{2\lambda} \ln \frac{d_3}{d_2}}, \quad (6)$$

где α_n - коэффициент теплоотдачи на наружной поверхности КСЭ, принятый равным $23 \text{ Вт/м}^2 \cdot ^\circ\text{С}$ [5], d_1, d_2, d_3 – диаметры теплоприемника и оболочек. Расчеты дают значение линейного коэффициента теплопотерь энергетического коллектора «Демитан», равного $0,053 \text{ Вт/м}^2 \cdot ^\circ\text{С}$. Тогда соотношение (1) преобразуется к виду

$$\eta = \eta_0 - \frac{11,15 \ell}{\kappa I}, \quad (7)$$

где ℓ - длина секций коллектора в расчете на его единицу площади.

Выводы:

Солнечный фокусирующий коллектор при оптимальном угле наклона к горизонту и с параболоцилиндрическим концентратором, автоматически следящим за азимутальным перемещением солнца по небосводу в пределах часовых углов захода (восхода) солнца, позволяет увеличить плотность солнечной радиации, поступающей на поверхность коллектора в 2,23 раза. Конструкция двухслойной прозрачной изоляции коллектора с кольцевым воздушным зазором и с селективной пленкой позволит значительно уменьшить коэффициент теплопотерь коллектора.

ЛИТЕРАТУРА

1. Харченко Н. В. Индивидуальные солнечные установки. – М.: Энергоатомиздат, 1991.-208 с.
2. Пак М. И., Пак И. М., Ем Т. М. Солнечный тепловой коллектор «Демитан», Патент KZ № 10952, кл. F24J 2/14, F24J2/54, 2001.
3. СНиП РК 2.04-01-2001 Строительная климатология – Астана, 2002.
4. Справочное пособие к СНиП Строительная климатология – М.: Стройиздат, 1990.
5. СНиП РК 2.04-03-2002 Строительная теплотехника – Астана, 2002.
6. Исаченко В. П., Осипова В. А., Сукомел А. С. Теплопередача – М.: Энергия, 1975. – 488 с.

УДК 681.3

**Юсупова Гульбахар Мадреймовна – соискатель (Алматы, КазАТК),
Алибеков Рахимжан Джаныбекович – соискатель (Алматы, КазАТК).**

**ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМОВ ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧИ
ИНФОРМАЦИИ С УЧЕТОМ ЗАТУХАНИЯ**

Затухание световодных трактов обусловлено потерями: поглощения ($\alpha_{\text{п}}$), от посторонних примесей ($\alpha_{\text{пр}}$), рассеивания ($\alpha_{\text{р}}$), кабеля ($\alpha_{\text{к}}$), связанными с деформацией и изгибами световодов при наложении покрытий и защитных оболочек в процессе изготовления оптического кабеля, т.е. [1]

$$\alpha = \alpha_{\text{п}} + \alpha_{\text{пр}} + \alpha_{\text{р}} + \alpha_{\text{к}}. \quad (1)$$

Затухание в результате поглощения связано с потерями на диэлектрическую поляризацию и существенно зависит от свойств материала световода.

Потери обусловлены комплексным характером показателя преломления $n_{\text{д}} + jn_{\text{м}}$, который связан с тангенсом угла диэлектрических потерь выражением

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{2n_{\text{д}} n_{\text{м}}}{n_{\text{д}}^2 - n_{\text{м}}^2}. \quad (2)$$

Затухание в результате поглощения определяется отношением потерь в световоде $P_{\text{п}}$ к удвоенному значению полной мощности P , распространяющейся по волоконному световоду. Учитывая, что $P_{\text{п}} = GU^2$, $P = U^2/Z$, получим: