

ЭФФЕКТИВНЫЙ МЕТОД ОБОГРЕВА ТЕПЛИЦ
Баходир Эрназарович КУРБАНОВ
доцент
Каршинский государственный университет
Карши, Узбекистан
bahodirqurbanov1964@gmail.com

Аннотация

В статье рассмотрены вопросы эффективного сопряжения показателей коэффициентов ограждения и теплового аккумулирования гелиотеплицы, как функции геометрических параметров и поступления солнечной радиации. Эффективность гелиотеплицы определяется ее способностью аккумулировать тепло энергии солнечного излучения. Поступление солнечной радиации практически мало зависит от угла падения лучей на прозрачные поверхности, в основном оно зависит от площади поверхности прозрачного ограждения.

Ключевые слова: гелиотеплица, солнечная радиация, аккумуляция, теплоотдача, теплопроводность, коэффициент теплопередачи.

ИССИҚХОНАЛАРНИ ИСИТИШНИНГ САМАРАЛИ УСУЛИ
Баходир Эрназарович КУРБОНОВ
доцент
Қарши давлат университети
Қарши, Ўзбекистон
bahodirqurbanov1964@gmail.com

Аннотация

Мақолада қуёш энергияси таъсирида иссиқхонанинг тўсик коэффициентлари ва иссиқлик тўпланиш кўрсаткичларини геометрик параметрлар ва қуёш радиациясини қабул қилиш функцияси сифатида самарали боғлаш масалалари кўриб чиқилади. Қуёш иссиқхонасининг самарадорлиги, унинг қуёш радиациясидан иссиқликни тўплаш қобилияти билан белгиланади. Қуёш радиациясининг оқими шаффоф юзаларга, нурларнинг тушиш бурчагига унчалик кўп боғлиқ эмас. Унинг асосан шаффоф панжаранинг сирти майдонига боғлиқлиги кўрсатиб берилади.

Таянч сўзлар: қуёш иссиқхонаси, қуёш радиацияси, тўпланиш, иссиқлик узатиш, иссиқлик ўтказувчанлик, иссиқлик узатиш коэффициенти.

Теплицы являются наиболее энергозатратными сооружениями. С повышением цен на углеводородные энергоносители возрастает актуальность увеличения их тепло-технологических показателей. Эффективность конструкции гелиотеплицы определяется ее способностью аккумулировать тепло энергии солнечного излучения.

Основными геометрическими и энергетическими характеристиками гелиотеплиц являются коэффициенты ограждения и аккумулирования тепла.

Количество тепла, накапливаемого в тепловом аккумуляторе, определяется его теплоаккумулирующей эффективностью: материал, способность поглощения солнечной радиации, объем, место расположения. При достаточных значениях массы теплоаккумулирующих элементов вся или почти вся улавливаемая теплоаккумулирующими элементами солнечная энергия полезно используется, устраняется перегрев в теплице, суточные колебания температуры воздуха в теплице сглаживаются.

Определяющими энергетическими характеристиками солнечных теплиц являются:

- 1) максимальное поступление солнечной радиации в теплицу;
- 2) минимальные тепловые потери;
- 3) максимальное аккумулирование тепла энергии солнечного излучения, прошедшего в теплицу.

Важнейшими геометрическими и энергетическими характеристиками гелиотеплиц являются коэффициенты ограждения K_o и аккумулирования K_a :

$$K_o = F_o / F_n; \quad K_a = \Sigma Q_{ak} / \Sigma Q_{np}; \quad (1)$$

где F_o – площадь поверхности ограждения гелиотеплицы;

F_n – площадь поверхности почвы теплицы;

ΣQ_{ak} – количество энергии солнечного излучения, аккумулируемой в теплице;

ΣQ_{np} – количество энергии солнечного излучения, входящей в гелиотеплицу.

Задачей тепловой и геометрической оптимизации гелиотеплицы является максимально эффективное сопряжение параметров коэффициентов ограждения K_o и аккумулирования K_a .

Традиционно гелиотеплицы по длине располагаются в широтном направлении [1-7]. Поверхности, воспринимающие солнечное излучение, направлены на юг, северные стены и теплоизолированные скаты.

Высота теплицы от поверхности грунта до низа конструкций теплицы должна быть не менее $h=2,2$ м, ширина пролета не должна превышать $b=9$ м [1]. Угол наклона южных прозрачных скатов определяет количество солнечной радиации, поступающей в теплицу.

Суммарная солнечная радиация, поступающая в теплицу за период инсоляции:

$$\Sigma Q_{np} = \Sigma S_{np} + \Sigma D_{np}; \quad (2)$$

где ΣS_{np} , ΣD_{np} – сумма прошедшей в теплицу прямой и рассеянной солнечной радиации:

$$\Sigma S_{np} = \Sigma S_{\perp} B_s \cos i; \quad \Sigma D_{np} = \Sigma D B_d; \quad (3)$$

S_{\perp} , D – прямая и рассеянная радиация, падающая на прозрачную поверхность теплицы;

B_s , B_d – коэффициенты светопропускания прямой и рассеянной радиации.

Поступление рассеянной радиации D практически мало зависит от угла падения лучей на прозрачные поверхности, в основном оно зависит от площади поверхности прозрачного ограждения. Поэтому количество прошедшей радиации является функцией прямой радиации S_{np} , падающей на поверхности прозрачного ограждения, и угла их падения i :

$$\Sigma Q_{np} = f(S_{\perp}, i). \quad (4)$$

Угол наклона нижнего прозрачного ската принимается в пределах $\rho=45^{\circ}\dots60^{\circ}$ [3-7]. Как показывают расчеты, при углах наклона до $\rho=60^{\circ}$ поступление солнечной радиации за отопительный сезон возрастает, при углах выше $\rho=65^{\circ}$ – падает (рис. 1).

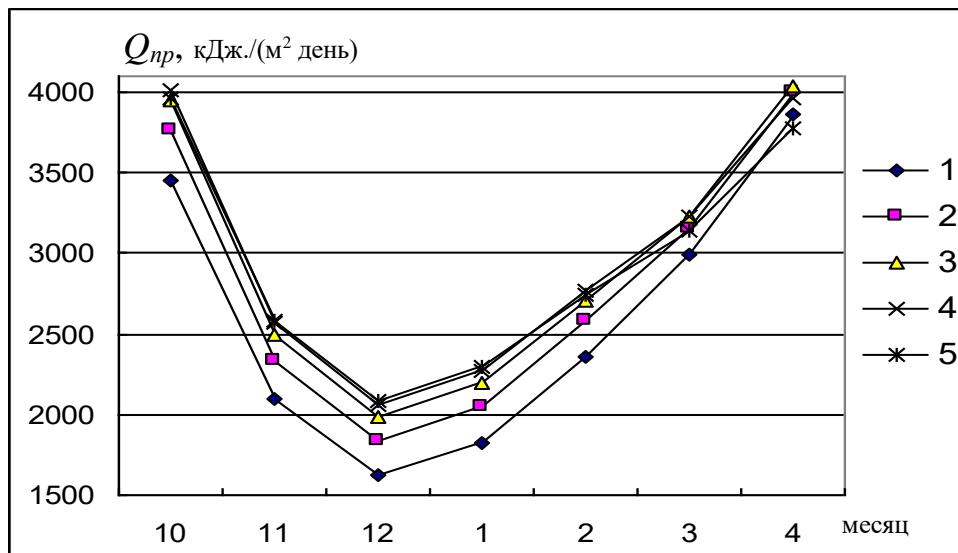


Рис. 1. Среднемесячная суммарная солнечная радиация, поступающая в теплицу на перпендикулярную лучам поверхность Q_{np} в зависимости от угла наклона южного ската ρ :

$$1 - \rho=30^\circ; \quad 2 - \rho=40^\circ; \quad 3 - \rho=50^\circ; \quad 4 - \rho=60^\circ; \quad 5 - \rho=70^\circ$$

Для условий на юге области наиболее оптимальным является $\rho=60^\circ$. Угол наклона верхнего южного ската принимается в пределах $\rho_1= 25^\circ...50^\circ$ [3-7].

Определим изменение коэффициента ограждения K_o в зависимости от геометрических параметров теплицы. Принимаем постоянные значения $h=2,2$ м; $\rho=60^\circ$, $\rho_1=30^\circ$. Переменные величины: ширина пролета $b=3...7$ м, длина теплицы $l=10...30$ м.

Коэффициент ограждения будет определяться по формуле:

$$K_o = \frac{(h + b/\cos \rho_1 + h/\sin \rho) \cdot l + 2hb + b^2/(2\operatorname{ctg} \rho_1) + h^2 \operatorname{ctg} \rho}{(b + h \cdot \operatorname{ctg} \rho) \cdot l}; \quad (5)$$

где h, b, l — высота, ширина пролета и длина теплицы;

ρ, ρ_1 — углы наклона нижнего и верхнего южных прозрачных скатов.

Как видно из рис. 2, с увеличением ширины пролета теплицы в пределах $b=5...6$ м коэффициент ограждения K_o резко падает. Увеличение длины теплицы более $l=26...28$ м мало изменяет значения K_o .

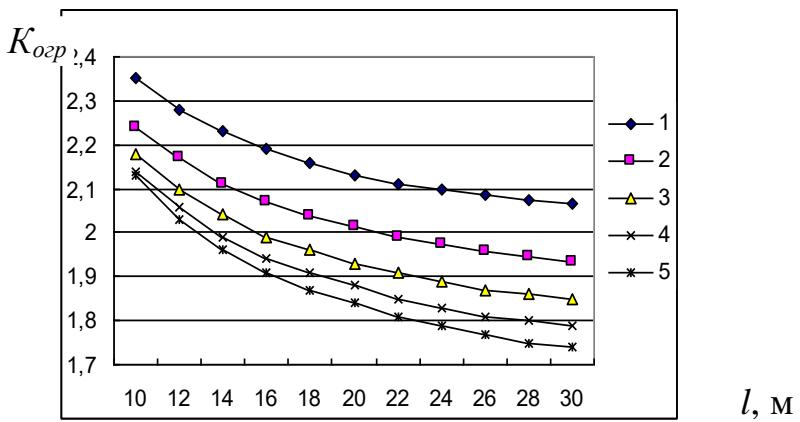


Рис. 2. Изменение коэффициента ограждения K_o в зависимости от ширины пролета b и длины теплицы l :
 1 – $b=3$ м; 2 – $b=4$ м; 3 – $b=5$ м; 4 – $b=6$ м; 5 – $b=7$ м

Таким образом, в первом приближении можно рекомендовать ширину пролета $b \geq 6$ м, длину теплицы $l \geq 25$ м.

Определим изменение коэффициента ограждения K_o в зависимости от угла ρ_1 в пределах $\rho_1=25^\circ \dots 50^\circ$. Принимаем высоту скатов h_1 постоянной (независимо от угла ρ_1) при $\rho_1=30^\circ$, которая определяется по формуле:

$$h_1 = \frac{b}{2} \cdot \operatorname{tg} \rho_1 = \frac{b}{2} \cdot \operatorname{tg} 30^\circ = \frac{b}{2} \cdot 0,577. \quad (6)$$

В этом случае коэффициент ограждения:

$$K_o = \frac{\left(h + \sqrt{h_1^2 + (b - h_1 / \operatorname{tg} \rho_1)^2} + h / \cos \rho_1 + h / \cos \rho \right) \cdot l + 2hb + h_1 b + h^2 \operatorname{ctg} \rho}{(b + h \cdot \operatorname{ctg} \rho) \cdot l}. \quad (7)$$

Как видно из табл. 1, с изменением угла ρ_1 коэффициент ограждения K_o изменяется незначительно. Наименьшее значение K_o при $\rho_1=30^\circ$, наибольшее – при $\rho_1=50^\circ$.

Таблица 1. Изменение коэффициента ограждения K_o в зависимости от угла наклона ρ_1 при $b=6$ м, $l=25$ м

Таблица 1

ρ_1 , град	25	30	35	40	45	50
K_o	1,827	1,822	1,825	1,831	1,84	1,85

Для полной геометрической и тепловой характеристики гелиотеплицы рассмотрим влияние угла наклона ρ_1 верхнего южного ската на соотношение

суммы прошедшей солнечной радиации ΣQ_{np} и тепловых потерь ΣQ_{mn} в теплице.

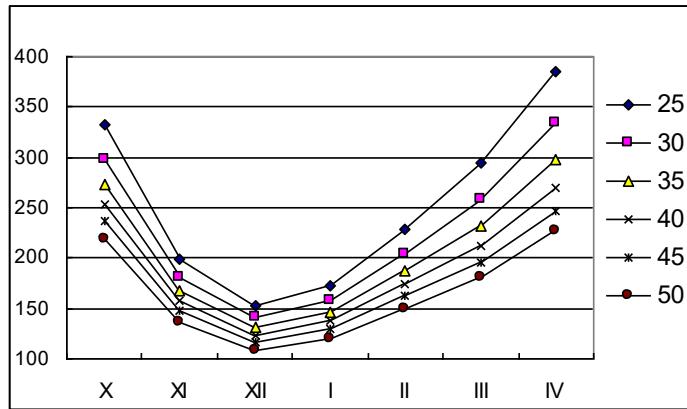


Рис. 3. Среднемесячная суммарная солнечная радиация Q_{np} , поступающая через южный скат 1 при $\rho_1=25\dots50^\circ$

С увеличением угла наклона ρ_1 южного ската 1 поступление среднемесячной суммарной солнечной радиации Q_{np} падает пропорционально росту угла наклона ρ_1 (рис. 3).

Суммарные теплопотери через верхние скаты определяются суммой теплопотерь через скаты 1 и 3:

$$\Sigma Q_{mn} = \Sigma Q_{m1} + \Sigma Q_{m3}; \quad (8)$$

Теплопотери через скаты 1 и 3 определяются по формуле:

$$\Sigma Q_{mi} = K_i (t_e - t_h) F_i \tau; \quad (9)$$

где K – коэффициент теплопередачи;

F – площадь поверхности ската;

t_e , t_h – температура внутреннего и наружного воздуха;

τ – время; $i = 1$ и 3 скаты.

Коэффициент теплопередачи K через ограждения, температуры внутреннего t_e и наружного t_h воздуха не зависят от угла наклона ρ_1 ската 1. Стеклянные скаты 1 имеют значительно больший коэффициент теплопередачи, чем непрозрачные скаты 3. Поэтому с увеличением ширины b_1 для ската 1 суммарные теплопотери ΣQ_{mn} возрастают, с увеличением ширины b_3 для ската 3 – падают. Соотношение теплопотерь через скаты можно представить в следующем виде:

$$B_1 = \frac{K_1 \cdot b_1}{K_1 \cdot b_1 + K_3 \cdot b_3} ; \quad B_3 = \frac{K_3 \cdot b_3}{K_1 \cdot b_1 + K_3 \cdot b_3} . \quad (10)$$

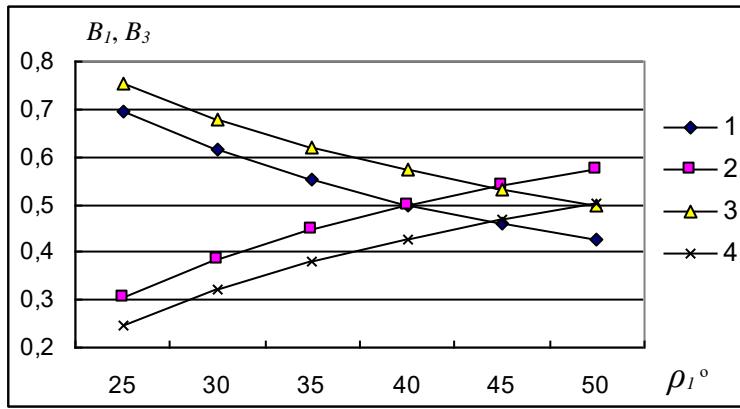


Рис. 4. Изменение доли теплопотерь B_1 и B_3 через верхние скаты в зависимости от угла наклона южного ската ρ_1 :

1 – южный скат 1 и 2 – северный скат 3 при $K_3=4$ Вт/(м² К);
 3 – южный скат 1 и 4 – северный скат 3 при $K_3=3$ Вт/(м² К).

На рис. 4 показаны графики изменения доли теплопотерь B_1 и B_3 через верхние скаты в зависимости от угла наклона южного ската ρ_1 при средних коэффициентах теплопередачи $K_1=6,4$ Вт/(м² К) и $K_3=3\dots4$ Вт/(м² К).

Доли теплопотерь B_1 и B_3 изменяются пропорционально увеличению угла наклона ρ_1 (B_1 – падает; B_3 – возрастает). С ростом коэффициента теплопередачи K_3 доля теплопотерь B_3 – падает. Функции B_1 (B_3) = $f(\rho_1)$ не имеют точек экстремумов.

Таким образом, анализ полученных результатов позволяет сделать следующие выводы. В качестве оптимального варианта геометрии гелиотеплицы можно рекомендовать параметры (рис. 1): ширина пролета $b\geq6$ м; длина теплицы $l\geq25$ м; высота несущих конструкций $h=2,2$ м; угол наклона нижнего южного ската $\rho=60^\circ$; угол наклона верхнего южного ската $\rho_1=30^\circ$.

Количество тепла, аккумулируемого в конструкции теплицы:

$$\Sigma Q_{ak} = \Sigma Q_{np} - \Sigma Q_{mn} ; \quad (11)$$

где ΣQ_{mn} – теплопотери в теплице.

Тепло, аккумулированное в теплице, выражается следующей суммой

$$\Sigma Q_{ak} = \Sigma Q_{ka} + \Sigma Q_{ma}; \quad (12)$$

где ΣQ_{ka} , ΣQ_{ma} – тепло, аккумулируемое в конструкции теплицы и тепловом аккумуляторе.

Тепло, аккумулируемое за период инсоляции в конструкции теплицы ΣQ_{ka} , определяется площадью поверхности грунта и наличием больших массивов в ограждении теплицы.

Количество тепла, накапливаемого в тепловом аккумуляторе, определяется его теплоаккумулирующей эффективностью: материал, способность поглощения солнечной радиации, объем, место расположения.

В первом приближении требуемый суммарный объем теплоаккумулирующих элементов можно определить из соотношения [10]:

$$V_a = C_{ya} F_n / C_p; \quad (13)$$

где C_{ya} – удельная теплоемкость теплового аккумулятора, отнесенная к 1 м² площади прозрачного ограждения Дж/(м² К).

Для теплоаккумулирующих элементов V_a из емкостей с водой при удельной теплоемкости воды $C_p=4186$ кДж/(м³ К) и $C_{ya}=620$ кДж/(м² К) [10], при площади поверхности прозрачного ограждения $F_n=150$ м², объем теплоаккумулирующих элементов составляет $V_a= 22,2$ м³.

При достаточных значениях массы теплоаккумулирующих элементов вся или почти вся улавливаемая теплоаккумулирующими элементами солнечная энергия полезно используется, устраняется перегрев в теплице, суточные колебания температуры воздуха в теплице сглаживаются.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. Богословский В.Н. Строительная теплофизика. – Москва: Высшая школа, 1982. – 415 с.
2. Даффи Дж.А., Бекман У.А. Тепловые процессы с использованием солнечной энергии. – Москва: Мир, 1977. – 420 с.
3. Теплицы и парники. СНиП 2.10.04-85. – Москва: Стройиздат, 1985.

4. Твайделл Дж. Возобновляемые источники энергии. – Москва: Атомэнергоиздат, 1990.
5. Шпаков Л.И., Юнаш В.В. Водоснабжение, канализация и вентиляция на животноводческих фермах. – Москва: ВО Агропромиздат, 1987. – 146 с.
6. Якубов Ю.Н. Аккумулирование энергии солнечного излучения. – Ташкент: Фан, 1981. – 104 с.
7. Mamatov F. et al. Working body of the machine for sowing cereals on slopes //AIP Conference Proceedings. – AIP Publishing, 2023. – T. 2612. – №. 1.
8. Tovashov R. et al. Combination machine for soil cultivation and sowing grain //E3S Web of conferences. – EDP Sciences, 2021. – T. 264. – C. 04049.
9. Kh T. R. Theoretical basis of the crushing angle of the loosening working body blades of the combined machine //Инновационная наука. – 2020. – №. 10. – C. 23-25.
10. Rustam Xo‘jaxmat o‘g T. et al. Calculation Of The Strength Of Welded Joints //American Journal of Engineering, Mechanics and Architecture (2993-2637). – 2023. – T. 1. – №. 9. – C. 10-13.
11. Mahamov K. T., Tovashov R. K., Ochilov S. U. Part of the soil surface with minimal tillage analysis of lateral suction techniques and technologies //Academicia: An International Multidisciplinary Research Journal-Kurukshtera. – 2020. – №. 10 (4). – C. 706.
12. Tovashov R. X., Safarov F. S., Maxamov A. U. Theoretical justification of parameters of backrest of antique chair. – 2022.