

# ЭФФЕКТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ В ТЕПЛИЦАХ

Б.Э.Курбонов – ассистент преподаватель

Каришинский государственный педагогический университет

**Таянч сўзлар:** куёш иссиқхонаси, куёш радиацияси, тўпланиш, иссиқлик узатиш, иссиқлик ўтказувчанлик, иссиқлик узатиш коэффициентини.

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

**Key words:** solar greenhouse, solar radiation, accumulation, heat transfer, thermal conductivity, heat transfer coefficient.

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

Определяющими энергетическими характеристиками солнечных теплиц являются следующие характеристики:

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

**Основная часть.** 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;

$\Sigma Q_{ak}$  – количество энергии солнечного излучения аккумулируемое в теплице;

$\Sigma Q_{np}$  – 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 [1-3]. Поверхности воспринимающие солнечное излучение направлены на юг, северные стены и скаты теплоизолированные.

Высота теплицы от поверхности грунта до низа конструкций теплицы должна быть не менее  $h=2,2$  м, ширина пролёта не должна превышать  $b=9$  м [4]. 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  $\Sigma S_{np}$ ,  $\Sigma D_{np}$  – 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 зависит от площади поверхности прозрачного ограждения. Поэтому количество прошедшей радиации является функцией прямой радиации  $S_{np}$ , падающей на поверхность прозрачного ограждения, и угла их падения  $i$ :

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

Угол наклона нижнего прозрачного ската принимается в пределах  $\rho=45^\circ \dots 60^\circ$  [1-3]. 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).

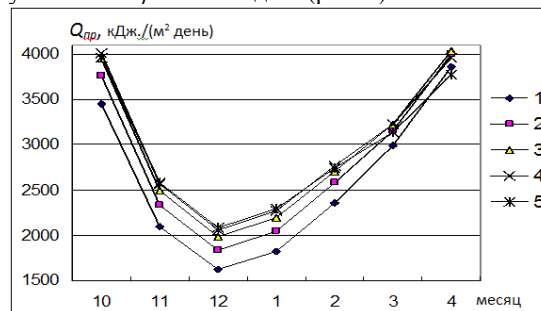


Рис. 1. Среднемесячная суммарная солнечная радиация, поступающая в теплицу на перпендикулярную лучам поверхность  $Q_{np}$  в зависимости от угла наклона южного ската  $\rho$ :

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

Для условий Кашкадарьинской области наиболее оптимальным является  $\rho=60^\circ$ . Угол наклона верхнего южного ската принимается в пределах  $\rho_1=25^\circ \dots 50^\circ$  [1-3].

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 пролёта  $b=3 \dots 7$  м, длина теплицы  $l=10 \dots 30$  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 пролёта и длина теплицы;

$\rho$ ,  $\rho_1$  – углы наклона нижнего и верхнего южных прозрачных скатов.

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

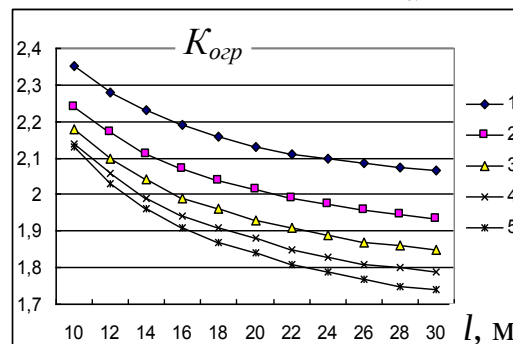


Рис. 2. Изменение коэффициента ограждения  $K_o$  в зависимости от ширины пролёта  $b$  и длины теплицы  $l$ : 1 –  $b=3$  м; 2 –  $b=4$  м; 3 –  $b=5$  м; 4 –  $b=6$  м; 5 –  $b=7$  м

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  $\rho_1$  в пределах  $\rho_1 = 25^\circ \dots 50^\circ$ . Принимаем высоту скатов  $h_1$  постоянной (не зависимо от угла  $\rho_1$ ) 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:

$$K_o = \frac{(h + \sqrt{h_1^2 + (b - h_1 \operatorname{tg} \rho_1)^2} + h / \cos \rho_1 + h / \cos \rho) \cdot l}{(b + h \cdot \operatorname{ctg} \rho) \cdot l} + \frac{2hb + h_1b + h^2 \operatorname{ctg} \rho}{(b + h \cdot \operatorname{ctg} \rho) \cdot l}. \quad (7)$$

Как видно из таб. 1, с изменением угла  $\rho_1$  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  $\rho_1$  при  $b=6$  м,  $l=25$  м

| $\rho_1$ , 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  $\rho_1$  верхнего южного ската на соотношение суммы прошедшей солнечной радиации  $\Sigma Q_{np}$  и тепловых потерь  $\Sigma Q_{mn}$  в теплице.

С увеличением угла наклона  $\rho_1$  южного ската 1 поступление среднемесячной суммарной солнечной радиации  $Q_{np}$  падает пропорционально росту угла наклона  $\rho_1$  (рис. 3).

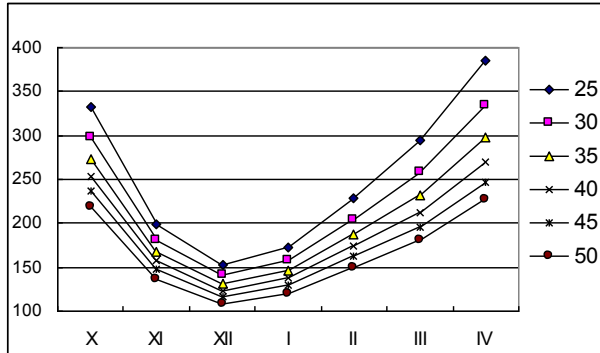


Рис. 3. Среднемесячная суммарная солнечная радиация  $Q_{np}$ , поступающая через южный скат 1 при  $\rho_1 = 25 \dots 50^\circ$

Суммарные теплотери через верхние скаты определяются суммой теплотери через скаты 1 и 3:

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

Теплотери через скаты 1 и 3 определяются по формуле:

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

где  $K$  – коэффициент теплопередачи;

$F$  – площадь поверхности ската;

$t_g, t_n$  – температура внутреннего и наружного воздуха;

$\tau$  – время;  $i = 1$  и 3 скаты.

Коэффициент теплопередачи  $K$  через ограждения, температуры внутреннего  $t_g$  и наружного  $t_n$  воздуха не зависят от угла наклона  $\rho_1$  ската 1. Стеклопакеты 1

имеют значительно больший коэффициент теплопередачи, чем непрозрачные скаты 3. Поэтому с увеличением ширины  $b_1$  для ската 1 суммарные теплотери  $\Sigma Q_{mn}$  возрастают, с увеличением ширины  $b_3$  для ската 3 – падают. Соотношение теплотери через скаты можно представить в следующем виде:

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

На рис. 4 показаны графики изменения доли теплотери  $B_1$  и  $B_3$  через верхние скаты в зависимости от угла наклона южного ската  $\rho_1$  при средних коэффициентах теплопередачи  $K_1 = 6,4$  Вт/(м<sup>2</sup> К) и  $K_3 = 3 \dots 4$  Вт/(м<sup>2</sup> К).

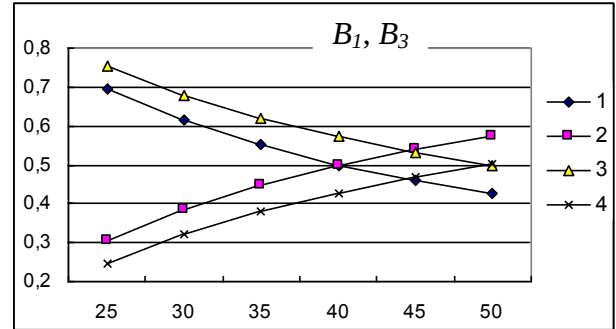


Рис. 4. Изменение доли теплотери  $B_1$  и  $B_3$  через верхние скаты в зависимости от угла наклона южного ската  $\rho_1$ :

1–южный скат 1 и 2–северный скат 3 при  $K_3 = 4$  Вт/(м<sup>2</sup> К);

3–южный скат 1 и 4–северный скат 3 при  $K_3 = 3$  Вт/(м<sup>2</sup> К).

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

**Выводы.** Таким образом, анализ полученных результатов позволяет сделать следующие выводы. В качестве оптимального варианта геометрии гелиотеплицы можно рекомендовать параметры (рис. 1): ширина пролета  $b \geq 6$  м; длина теплицы  $l \geq 25$  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:

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

где  $\Sigma Q_{mn}$  – теплотери в теплице.

Тепло, аккумулированное в теплице, выражается следующей суммой

$$\Sigma Q_{ак} = \Sigma Q_{ка} + \Sigma Q_{ма}; \quad (12)$$

где  $\Sigma Q_{ка}, \Sigma Q_{ма}$  – тепло аккумулируемое в конструкции теплицы и тепловом аккумуляторе.

Тепло аккумулируемое за период инсоляции в конструкции теплицы  $\Sigma Q_{ка}$  определяется площадью поверхности грунта и наличием больших массивов в ограждении теплицы.

Количество тепла, аккумулируемое 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 [9]:

$$V_a = C_{ya} F_n / C_p ; \quad (9)$$

где  $C_{ya}$  – удельная теплоемкость теплового аккумулятора, отнесенная к 1 м<sup>2</sup> площади прозрачного ограждения, Дж/(м<sup>2</sup> К).

Для теплоаккумулирующих элементов  $V_a$  из емкостей с водой при удельной теплоёмкости воды  $C_p=4186$  кДж/(м<sup>3</sup> К) и  $C_{ya}=620$  кДж/(м<sup>2</sup> К) [9], при площади поверхности прозрачного ограждения  $F_n=150$

м<sup>2</sup>, объем теплоаккумулирующих элементов составляет  $V_a=22,2$  м<sup>3</sup>.

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.

#### Литература

1. Твайделл Дж. Возобновляемые источники энергии. -М.: «Атом энерго издат», 1990.
2. Шпаков Л.И., Юнаш В.В. Водоснабжение, канализация и вентиляция на животноводческих фермах. -М.: ВО Агропромиздат. 1987. -С. 146.
3. Сканави А.Н. Отопление. -М.: Стройиздат. 1988. -С. 416.
4. Энергоактивные здания. -М.: Стройиздат, 1988. -С. 376.

**РЕЗЮМЕ.** Мақолада қуёш энергияси таъсирида иссиқхонанинг тўсик коэффициентлари ва иссиқлик тўпланиш кўрсаткичларини геометрик параметрлар ва қуёш радиациясини қабул қилиш функцияси сифатида иситишнинг самарали боғлаш масалалари кўриб чиқилди.

**РЕЗЮМЕ.** В статье рассмотрены вопросы эффективного сопряжения показателей коэффициентов ограждения и теплового аккумуляирования гелиотеплицы, как функции геометрических параметров и поступления солнечной радиации.

**SUMMARY.** The article deals with the issues of effective connection of solar radiation heating barrier coefficients and heat accumulation indicators as a function of geometrical parameters and solar radiation reception.

UDK-519.816

### ISHLAB CHIQRISH OBYEKTLARINI JOYLASHTIRISHINI KO'P MEZONLI OPTIMALLASH ASOSIDA BOSHQARUV QARORLARINI QABUL QILISH ALGORITMLARI

Yu.Q.Qutlimuratov – texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori

A.M.Risnazarov – katta o'qituvchi

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti Nukus filiali

**Tayanch so'zlar:** mezonlar o'lchamsizligi, Pareto to'plami, Pareto-optimal yechim, alternativ yechimlar, diskretlash, ekspertli baholash.

**Ключевые слова:** безразмерность критериев, множество Парето, Парето-оптимальные решение, альтернативные решения, дискретизация, экспертные оценки.

**Key words:** dimensionless criteria, Pareto set, Pareto-optimal solution, alternative solutions, discretization, expert evaluation.

**Kirish.** Bugungi kunda qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishini joylashtirish va ixtisoslashtirish masalasini murakkab, ko'p qirrali va ilmiy to'mondan asoslangan uslubiyatlarni qo'llanishni talab etadigan dolzarb masalalardan sanaladi. Qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishini joylashtirish va ixtisoslashtirish masalasini ko'p mezonli ko'rinishda yechish bu masalada real holatlarni va unga ta'sir etuvchi omillarni hisobga olish bilan echichni takoz etadi.

Yechimning subyektivligida qaror qabul qiluvchi shaxsning huquqlarini tan olish ko'p mezonli qaror qabul qilish deb ataluvchi boshqa ilmiy yo'nalish uchun xos bo'lgan yangi paradigmaning paydo bo'lish alomatini bildiradi. Boshqa tomondan, ko'p mezonlar bo'yicha qaror qabul qilishda obyektiv tuzuvchi ham mavjud. Odatda bu tuzuvchi mumkin bo'lgan yechimga tashqi muhit tomonidan ustiga qo'yiluvchi cheklovlarini o'zida mujassam qiladi.

Qaror qabul qilish masalasining modelini tuzish uchun alternativalarini ishlab chiqish, ularni baholash va tanlash usullaridan foydalaniladi. Buning uchun boshqaruv qarorlarini qabul qilishda ko'p mezonli optimallashtirish algoritmlarini qo'llash maqsadga muvofiq bo'ladi.

Boshqarish tizimlarini matematik modelashtirishga chiziqli dasturlashning ko'p mezonli masalalarini qo'llashni amalga oshirish algoritmlari ushbu ishda ko'rib chiqiladi [1:211], [2:416]. Boshqarish tizimlarini optimallashtirishning ko'p mezonli yondashuvda bir mezonli yondashuvga nisbatan dinamik jarayonning ichki mohiyati adekvat ifodalanadi, chunki bunda uning rivojlanishining turli tomonlari hisobga olinadi. Bunday metodika quyidagi keltirilgan algoritmnining qadamlari bo'yicha bayon qilinadi va u qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishini ixtisoslashtirish va joylashtirishni optimallashtirishda qo'llaniladi [3:211].

**1-qadam.** Ko'p mezonli masalaning qo'yilishi va tanlanishi. Quyidagi chiziqli dasturlashning ko'p mezonli masalasi berilgan bo'lsin:

$$F(x) \rightarrow \max_{x \in G}, \quad (1)$$

bu erda  $G$  – bo'sh bo'lmagan, cheklangan to'plam;

$$F(x) = (F_1(x), F_2(x), \dots, F_p(x)), \quad (2)$$

$F(x)$  – vektor-funktsiya, u o'lchamsiz, me'yorlangan skalyar funksiyalar

$$0 \leq F_R \leq 1, R=1,2,\dots,P, \quad (3)$$

o'zining chetki qiymatlariga  $G$  to'plamida erishadi.

Bunday masala, masalan, cheklovlar orasida o'zgaruvchilar bo'yicha ikki tomonlama cheklovlar  $(a_i \leq x_i \leq b_i, i=1, n)$  mavjud bo'lganida, yuzaga keladi yoki

$$G = \{x \in X^n, Ax \leq b, x \geq 0\}, \quad (4)$$

bu yerda  $A = (a_{ij})_i^m : (a_{ij})_j^n - a_{ij} \geq 0, t=1, m, j=1, n$  manfiy bo'lmagan elementlarga ega bo'lgan to'g'ri burchakli matritsa;  $b = (b_1, b_2, \dots, b_n)$  – musbat elementli vektor.

**2-qadam.** Mezonlarni o'lchamsiz (me'yorlangan) skalyar funksiyalarga keltirish. Mezonlarning o'lchamlari turlicha bo'lgani hollarida  $f_R(x) \rightarrow \max$  mezonlari quyidagi mezonlarga o'tkaziladi:

$$F(x) = \frac{f_R(x) - f_R^{\max}}{f_R^{\max} - f_R^{\min}},$$

bu yerda  $f_R^{\max}$  va  $f_R^{\min}$  - mos holda  $f_R(x)$  funksiyaning  $G$  to'plamdagi maksimal va minimal qiymatlari,  $f_R^{\max} = \max_{x \in G} f_R(x)$ ,  $f_R^{\min} = \min_{x \in G} f_R(x)$  mezonlari uchun tegishli talab quyidagi shaklda bo'ladi: