

# ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ ПОМЕЩЕНИЙ С ИНСОЛЯЦИОННЫМИ ПАССИВНЫМИ СИСТЕМАМИ СОЛНЕЧНОГО ОТОПЛЕНИЯ

Дусяров А.С.<sup>1</sup>, Файзуллаев И.М.<sup>2</sup>, Камолов Б.И.<sup>3</sup> Email:  
Dusyarov6100@scientifictext.ru

<sup>1</sup>Дусяров Акмал Саъдуллоевич - кандидат технических наук, доцент,  
кафедра возобновляемых источников энергии;

<sup>2</sup>Файзуллаев Ихтиёр Мукимович - старший преподаватель;

<sup>3</sup>Камолов Бехзод Илхомович – преподаватель,  
кафедра теплоэнергетики,

Каршинский инженерно-экономический институт,  
г. Карши, Республика Узбекистан

**Аннотация:** в статье рассмотрено исследование теплотехнических параметров инсоляционных пассивных систем солнечного отопления. Приведены расчетные выражения тепловой эффективности их светопрозрачной стены в здании с системой прямого солнечного обогрева через остекление и сглаживания суточного хода температуры воздушной среды, отапливаемой с помощью инсоляционной пассивной системы солнечного отопления с краткосрочным аккумулятором дневного излишка солнечного тепла, совмещенным с приемниками солнечного излучения и внутрикомнатным отопительным прибором, расположенными внутри помещения около светопроема.

**Ключевые слова:** солнечный обогрев, потери теплоты, солнечная радиация, гелиоприемник, система, пассивная солнечная отопления, инсоляция, эффективность, аккумулятор тепла.

## DETERMINATION OF HEAT LOSSES IN ROOMS WITH INSOLATION PASSIVE SOLAR HEATING SYSTEMS

Dusyarov A.S.<sup>1</sup>, Faizullaev I.M.<sup>2</sup>, Kamolov B.I.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Dusyarov Akmal Sadulloevich - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,  
DEPARTMENT OF RENEWABLE ENERGY SOURCES;

<sup>2</sup>Faizullaev Ikhtiyor Mukimovich - Senior Lecturer;

<sup>3</sup>Kamolov Bekhzod Ilkhomovich - Teacher,  
DEPARTMENT OF THERMAL POWER ENGINEERING  
KARSHI ENGINEERING ECONOMICS INSTITUTE,  
KARSHI, REPUBLIC OF UZBEKISTAN

**Abstract:** the article is considered, the study of thermal parameters of insolation passive solar heating systems. Calculated expressions are given for the thermal efficiency of their translucent wall in a building with a direct solar heating system through glazing and smoothing of the daily temperature variation of the air environment heated by means of an insolation passive solar heating system with short-term accumulators of daily surplus solar heat, combined with solar radiation receivers and an indoor heating device, located inside the room near the light opening.

**Keywords:** solar heating, heat loss, solar radiation, solar collector, system, passive solar heating, insolation, efficiency, heat accumulator.

Теплопотери в отапливаемого помещения с системой прямого солнечного обогрева через светопроем могут быть довольно ощутимыми. Коэффициент теплопередачи через однослойное остекление равен 5,6 Вт/(м<sup>2</sup>·К), при двойном остеклении он снижается до 3 Вт/(м<sup>2</sup>·К). Если температура воздуха в прослойке между стеной (система «массивная стена») и стеклом +35<sup>0</sup>С, а температура снаружи -15<sup>0</sup>С, то количество теряемой в 1 ч теплоты составляет при однослойном остеклении 280 Вт/м<sup>2</sup>, а при двойном остеклении 150 Вт/м<sup>2</sup>. Однако двойное остекление снижает также коэффициент пропускания солнечной радиации, который равен 0,85 для однослойного и 0,72 для двойного остекления. Таким образом, если солнечная радиация, достигшая поглощающей поверхности гелиоприемника, при одинарном остеклении равна 425 Вт/м<sup>2</sup>, а при двойном – 360 Вт/м<sup>2</sup>. Двойное остекление можно использовать только с учетом климатических условий. Оно необходимо в местностях с холодным климатом, но не обязательно в условиях мягкой зимы. В любом случае надо иметь ввиду, что снижение солнечного поступления наблюдается только в дневное время, тогда как сокращение теплопотерь происходит постоянно.

Во время солнечной радиации нужно максимально использовать селективно прозрачную защиту в виде остекления, но после захода солнца, чтобы сократить потери теплоты, целесообразно применять для остекленной поверхности трансформируемую непрозрачную теплоизоляцию.

Предложены и продемонстрированы сотни разных решений [1]. Для системы прямого солнечного обогрева простейшим является использование тяжелых штор с плотно закрытым верхним торцом, чтобы перекрыть конвективный поток теплоты между шторой и стеклом. Очень эффективны наружные ставни, скользящие или на петлях. Они должны быть теплоизолированы (по крайней мере, из полистирола толщиной 50 мм или его эквивалента) и быть непроницаемыми для воздуха. В одном остроумном решении использован вентилятор от пылесоса для заполнения пространства между двумя слоями стекла маленькими сферическими гранулами (диаметром около 5 мм) из полистирола. Утром их высасывают обратно и содержат в контейнере в течение дня. Система очень эффективна, но недолговечна.

Наиболее широко используемый вариант пассивного солнечного отопления, системы с инсолируемым объемом - оранжерея. Ее можно рассматривать как видоизмененный вариант системы «массивная стена», где обычное расстояние между стеклом и стеной, равное 100-120 мм, увеличено до 2 м. Это помещение можно использовать как оранжерею - для выращивания растений, но оно служит также и источником теплоты для комнаты, расположенной за ней, за счет либо конвекции, либо замедленной теплопередачи через стену. Действие этой системы очень похоже на действие системы «массивная стена».

Оранжерея – не единственная форма системы с инсолируемым объемом. Это могут быть и остекленные крыльцо или веранда, или какой-то смешанный вариант.

В некоторых небольших зданиях учреждений в качестве инсолируемого пространства использует фойе. Фактически это может быть любое помещение, где возможны большие температурные колебания, чем в жилых помещениях.

В инсоляционных пассивных системах солнечного отопления солнечные лучи проникают в отапливаемые помещения через оконные проемы (обычно увеличенных размеров) и нагревают внутренние ограждения помещения, которые становятся приемниками излучения и аккумуляторами тепла.

Несмотря на самую высокую тепловую эффективность, следует отметить ряд недостатков, свойственных инсоляционным пассивным системам – неустойчивость теплового режима, необходимость применения вспомогательных устройств, снижающих дополнительные тепловые потери в ночное время, тепловой и световой дискомфорт в дневное время.

Инсоляционных пассивных системах солнечного отопления с прямым теплопоступлением, как это следует из названия, солнечные лучи, проходящие сквозь остекления, поглощаются поверхностью внутреннего ограждения и масса всех ограждений является аккумулятором тепла. Отличительной особенностью инсоляционных пассивных систем солнечного отопления по сравнению с другими заключается в том, что тепловые потери отапливаемого помещения являются функцией площади поверхности светопроема, через который солнечные лучи поступают в помещение [2, 3].

Общие тепловые потери помещения ( $Q_{mn}^{об}$ ) рассматриваются как сумма двух составляющих: тепловые потери южной стены помещения со светопроемом, как переменные в зависимости от площади светопроема ( $Q_{mn}^{юс.с}$ ) и тепловые потери через остальные ограждения помещений (западная, восточная и северные стены, пол, потолок) [3] как постоянные ( $Q_{mn}^{оо}$ )

$$Q_{mn}^{об} = Q_{mn}^{юс.с} + Q_{mn}^{оо}. \quad (1)$$

Значение  $Q_{mn}^{юс.с}$  составляет из тепловых потерь через светопроем помещения ( $Q_{mn}^{сн}$ ) и остальные глухие ограждения южной стены помещения ( $Q_{mn}^{озо}$ ), т.е.

$$Q_{mn}^{юс.с} = Q_{mn}^{сн} + Q_{mn}^{озо}. \quad (2)$$

Значения  $Q_{mn}^{сн}$  и  $Q_{mn}^{озо}$  в (2), определяются из выражений

$$Q_{mn}^{сн} = F_n^{сн} k_{mn}^{сн} (t_{он} + t_{нв}); \quad (3)$$

$$Q_{mn}^{озо} = F_{зо}^{юс} k_{зо}^{юс} (t_{он} + t_{нв}), \quad (4)$$

$F_n^{сн}$  - площадь поверхности светопроема помещения;  $k_{mn}^{сн}$  - коэффициент тепловых потерь через светопроем южной стены помещения;  $F_{зо}^{юс}$  - площадь поверхности глухие ограждения южной стены помещения;  $k_{зо}^{юс}$  - коэффициент тепловых потерь через глухие ограждения южной стены помещения;  $t_{он}$  - температура воздушной среды отапливаемого помещения;  $t_{нв}$  - температура наружного воздуха [4-7].

Тогда

$$F_n^{юс} = F_n^{сн} + F_{зо}^{юс}. \quad (5)$$

Где  $F_n^{юс}$  - общая площадь поверхности южной стены помещения.

Согласно с результатами расчетов по определению постоянной составляющей теплопотерь отапливаемого помещения с инсоляционной пассивной системой солнечного отопления (табл. 1), значение  $Q_{mn}^{об}$  для отапливаемого помещения составляет  $1601,48 - (353,91 + 195,76) = 1051,81$  Вт. При

$$t_{он} = 18^{\circ}\text{C} \text{ и } t_{нв} = -13^{\circ}\text{C} \text{ (для г. Карши), при } k_{mn}^{сн} = 2,91 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}}, \quad k_{зо}^{юс} = 1,29 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}},$$

$F_n^{юс} = 11,02 \text{ м}^2$  выражение (1) с учетом (2) и (4) может быть представлено в виде функции от  $F_n^{сн}$ , т.е.

$$Q_{mn}^{об} = 1051,81 + 90,21F_n^{сн} + 39,99(F_n^{юс} - F_n^{сн}), \text{ Вт} \quad (6)$$

или

$$Q_{mn}^{об} = 1051,81 + 50,22F_n^{сн} + 39,99F_n^{юс}, \text{ Вт}. \quad (7)$$

Согласно с этим для удельных теплопотерь с отнесением к разности температур  $t_{он} - t_{нв} = 18 - (-13) = -31,0^{\circ}\text{C}$  для отапливаемого помещения можно использовать выражение

$$q_{mn} = \frac{Q_{mn}^{об}}{t_{он} - t_{нв}} = 33,93 + 1,62F_n^{сн} + 1,29F_n^{юс}, \frac{\text{Вт}}{^{\circ}\text{C}}. \quad (8)$$

Таблица 1. Расчет тепловых потерь через наружные ограждения отапливаемого помещения с инсоляционной пассивной системой солнечного отопления при  $t_{к} = 18^{\circ}\text{C}$

Характеристика помещения			Коэффициент теплопередачи, $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}}$	Расчетная наружная температура, $^{\circ}\text{C}$	Основные теплопотери, Вт	Добавки к тепловым потерям	Общие расчетные теплопотери, Вт
Наименование	Ориентация по сторонам света	Площадь, $\text{м}^2$					
Н с	З	7.50	1.29	-13	299.93	1.05	314.93
Н с	С	9.03	1.29	-13	361.11	1.15	415.28
Н с	Ю	8.85	1.29	-13	353.91	-	353.91
Д о	Ю	2.17	2.91	-13	195.76	-	195.76
В с		4.71	2.02	9.6	79.92	104.10	79.92
В д		1.62	2.90	9.6	39.46	-	39.46
Пл		9.11	0.35	-13	100.12	-	100.12
Пт		9.11	0.45	-13	127.63	0.8	102.1
				605.53		Итого	<b>1601.48</b>

Н с – наружная стена; Д о – двухслойное окно; В н – внутренняя стена; О д – одинарная дверь; Пл – пол; Пт – потолок; З – запад; С – север; Ю – юг; В – восток.

Зависимые отношения между  $q_{mn}$  от  $\frac{F_n^{сн}}{F_{пол}}$  при  $F_{пол} = 6,85 \text{ м}^2$  для помещения, в котором проводился эксперимент, приведены на рис. 1.

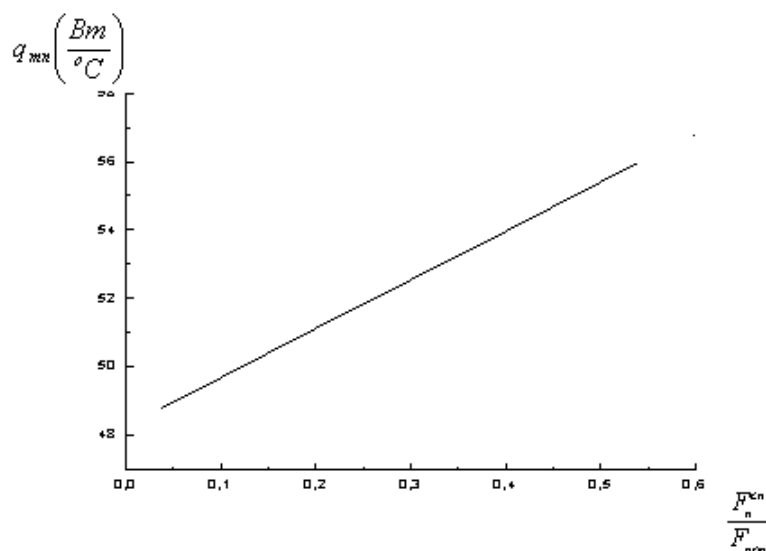


Рис. 1. Зависимые отношения между удельной тепловой характеристикой помещения, отапливаемого с помощью инсоляционной пассивной солнечной системы ( $q_{mn}V$ ), от отношения  $\frac{F_n^{cn}}{F_n^{пол}}$ .

Из рис. 1. видно, что зависимость между  $q_{mn}V$  и  $\frac{F_n^{cn}}{F_n^{пол}}$  линейное отношение [5]. Поэтому ее можно представить в виде уравнения,

$$(q_{mn}V) = 48,15 + 14,22 \frac{F_n^{cn}}{F_n^{пол}}, \frac{Вт}{\text{м}^2}. \quad (9)$$

В зависимости от фактической температуры окружающей среды, суточное ( $Z_c = 24\text{час}$ ) тепловые потери помещения на основе (8) и (9) могут быть определены из выражения

$$Q_{mn}^{сут} = \left( 48,15 + 14,22 \frac{F_n^{cn}}{F_n^{пол}} \right) (t_{on} - \bar{t}_{нв}^{сут}) Z_c. \quad (10)$$

–сут

$\bar{t}_{нв}$  –среднесуточная температура наружного воздуха.

Результаты показывают, что в инсоляционных пассивных системах солнечного отопления, по сравнению с другими, общие тепловые потери отапливаемого помещения являются функцией площади светопроема, которая поступает в помещение солнечное излучение.

#### Список литературы / References

1. Дусяров А.С., Аvezов Р.Р. Оптимальный угол наклона к горизонту трансформируемого рефлектора пассивных систем солнечного отопления // Гелиотехника, 2000. № 1. Ст. 60-63.
2. Дусяров А.С., Аvezов Р.Р. Температурный режим помещения с рефлекторной пассивной системой солнечного отопления и аккумулятором тепла // Гелиотехника, 2000. № 4. С. 50-54.
3. Дусяров А.С. Расчет теплозащитного эффекта применения шарнирно-трансформируемого рефлектора для дополнительной теплоизоляции поверхности светопроема ночью. // Гелиотехника, 2004. № 4. С. 88-91.
4. Дусяров А.С. Расчет тепловых потерь помещений с инсоляционной пассивной системой солнечного отопления. // Гелиотехника, 2002. № 4. С. 93-95.
5. Uzakov G.N., Toshmatov B.M., Kodirov I.N., Shomuratova S.M. On the efficiency of using solar energy for the thermal processing of municipal solid waste. Journal of critical reviews. ISSN- 2394-5125. VOL. 7, ISSUE 05, 2020.
6. Аллаёрова Г.Х., Тошмаматов Б.М., Узакоев Г.Н. Расчет экономической эффективности системы горячего водоснабжения с использованием плоского солнечного коллектора Молодой ученый, Международный научный журнал, Россия, № 2 (240) / 2019, 15-17 С.

7. *Toshmamatov B.M., Uzakov G.N., Shomuratova S.M., Temirova L.Z.*, “Calculation of energy efficiency of the solar installation for the processing of municipal solid waste”, *International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology*, Vol. 6, Issue 12, pp 12097-12102, December 2019, India.