

УДК 697.1.(075.8)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОЛНЕЧНОГО ТЕПЛА ДЛЯ ЧАСТИЧНОЙ КОМПЕНСАЦИИ ТЕПЛОПOTЕРЬ ЗДАНИЙ В УСЛОВИЯХ АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

МАМЕДОВ Н.Я., БАБАЕВ А.Б., ЗЕЙНАЛОВ Т.Р.

Азербайджанский Архитектурно – Строительный Университет

В данной статье проведены результаты натурных и аналитических исследований по учету солнечной радиации при расчете тепловотерь здания. Учет солнечной радиации позволит снизить нагрузку на систему отопления здания в часы облучения и приведет к значительной экономии топлива на отопление.

Потребление топлива на земном шаре невероятно быстро возрастает из года в год. Подсчитано, что к 2050 г. увеличение населения, развитие промышленности, сельского хозяйства и транспорта вызовет потребление энергии в 15 ÷ 20 раз больше, чем в настоящее время и все разведанные запасы природного, минерального и атомного топлива на земном шаре будут исчерпаны через 100 – 150 лет.

Поэтому перед будущим человечеством возникает топливная проблема, которая очевидно частично будет решена за счет использования нетрадиционных источников энергии.

Все потребности человечества в энергии можно удовлетворить солнечным излучением, падающим на площадь всего несколько десятков тысяч квадратных километров. И все это составляет лишь тысячную долю энергии Солнца, достигающей нашу планету.

Как известно, значительная часть всего добываемого топлива ($\approx 40\%$) расходуется на отопление зданий. Целью представленного исследования является учет тепла солнечной радиации в тепловом балансе помещения в течение отопительного периода и экономия топлива на отопление зданий.

На территории Азербайджанской Республики солнечное тепло существенно влияет на тепловой баланс помещения, составляя его значительную часть в течение всего года.

Выполненные нами исследования показывают, что ограждения зданий южной ориентации получают зимой в два раза больше тепла, чем летом. Например, на территории Республики зимой 1 м^2 вертикальной поверхности, ориентированной на юг получает в среднем 5686 Вт/сутки, а летом только 2170 Вт/сутки. Это объясняется геометрией падения солнечных лучей. Летом, благодаря высокому стоянию солнца ($h=74^\circ$), его лучи падают на вертикальные поверхности под большим углом, передавая на единицу поверхности сравнительно небольшое количество тепла. Зимой же на территории республики солнце стоит низко ($h = 26^\circ$) и его лучи падают на ограждения почти перпендикулярно, передавая на единицу поверхности и внутрь помещения значительно больше тепла.

Солнечное тепло передается внутрь помещения через толщу наружных стен, чердачного перекрытия (непрозрачные ограждения) и, главным образом, через остекленные поверхности (прозрачные ограждения). Количество этого тепла зависит от интенсивности, продолжительности солнечной радиации и вероятности солнечного сияния в местности, где расположено здание, а также от теплотехнических свойств ограждающих конструкций.

Тепловые воздействия на наружную поверхность ограждения $T_{усл}$ суммируются из воздействия температуры наружного воздуха T_n и тепла солнечной радиации $Q_{с.р}$, которое удобно заменить эквивалентной температурой $T_{экв}$.

$$T_{усл} = T_n + T_{экв} \quad (1)$$

где $T_{экв} = \frac{\rho Q_{с.р}}{\alpha_n}$

ρ - коэффициент поглощения солнечных лучей поверхностью ограждения;
 α_n - коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждения.

Интенсивность теплопотерь через ограждения зависит от величины коэффициента его теплопередачи (К) и разности температур воздуха по обеим его сторонам.

$$Q = K(t_e - t_n) \quad (2)$$

Поскольку под воздействием солнечной радиации температура на наружной поверхности непрозрачного ограждения будет выше температуры окружающего воздуха, то и потери тепла через эти ограждения будут соответственно меньше. Аналитические расчеты показывают, что при учете тепла солнечной радиации тепловой поток через стены уменьшается примерно на 10% по сравнению с расчетным.

Через прозрачные ограждения внутрь помещения поступает значительно больше солнечного тепла, так как они почти беспрепятственно пропускают солнечные лучи. Нами определено, что простое стекло поглощает 9–10%, отражает 8–10% и пропускает в помещение 80–82% солнечного тепла, являясь, подобно теплице, ловушкой солнечного тепла (парниковый эффект).

Количество солнечного тепла, поступающего через остекленную поверхность $q_{ок}$ внутрь помещения, через рабочую площадь окна $F_{ок}$ в единицу времени, равно:

$$q_{ок} = Q_{норм} \cos \theta K_{пр} \xi F_{ок}, \quad \frac{Вт}{м^2}$$

где $Q_{норм}$ – напряжение солнечной радиации, $\frac{Вт}{м^2}$

θ - угол между направлением луча и нормалью к поверхности;

$K_{пр}$ – коэффициент пропускания световыми поверхностями нормально падающих лучей.

Для одинарного остекления $K_{пр} = 0.72$

Для двойного остекления $K_{пр} = 0.56$

ξ – относительный коэффициент пропускания световыми поверхностями наклонно падающих лучей.

Выявлено, что величина теплопрозрачности стекла при угле падения солнечных лучей до 35° постоянна. При уменьшении этого угла длина пути луча через окно увеличивается и теплопрозрачность резко уменьшается. Поэтому наибольшее количество тепла через остекление поступает в помещение при перпендикулярном падении солнечных лучей к остеклению ($\xi = 1$), что имеет место при низком солнцестоянии, т.е. как раз в отопительный период.

Данные о продолжительности и вероятности солнечного сияния и о числе дней без солнца на территории климатических районов Азербайджанской Республики приводятся в таблице 1.

Таблица 1

Климатические районы	Продолжительность солнечного сияния (час)		Вероятность солнечного сияния(%)		Число дней без солнца	
	за год	за отопительный период	за год	за отопительный период	за год	за отопительный период
I - Побережье	2211	503	54	41	67	39
II - Центральный	2278	587	54	45	58	40
III - Нахичеванский	2694	598	65	45	31	26

В таблице 2 приводятся величины теплопоступлений от солнечной радиации через одинарное и двойное остекление для территории республики в часы солнечного сияния при ясном небе.

Таблица 2

	Теплопоступления через вертикальное остекление при ориентации			
	$Вт/м^2 \text{сутки}$			
	восток	юг	запад	север
	А. Через одинарное остекление			
В среднем за отопительный период	1962	4094	1691	----
Число часов облучения (приближенно)	7	12	7	---
В среднем за час облучения	327	989	327	---
	Б. Через двойное остекление			
В среднем за отопительный период	1525	3184	1525	-----
Число часов облучения (приближенно)	7	12	7	----
В среднем за час облучения	254	318	254	-----

Через ограждения северной ориентацией в помещение поступает незначительное количество тепла, поэтому, оставляя это тепло в запас, дальнейшие расчеты ведем для ограждений, ориентированных только на южную сторону горизонта, т.е. для половины периметра здания. Продолжительность отопительного периода в климатических районах республики принимаем по СНИП -у.

Располагая необходимыми исходными данными, определяем величину теплопоступлений от солнечной радиации внутрь помещения через остекление, с учетом вероятности солнечного сияния, в течении отопительного периода для климатических районов республики (таблица 3).

Таблица 3

Климатические районы. Продолжительность отопительного периода	Вероятность солнечного сияния в %	Ориентация проемов	Продолжительность облучения при ясном небе (час)	Теплопоступления от солнечной радиации через остекление в среднем, Bm/m^2			
				за один час облучения		За время облучения в отопительный период	
				Одинарное	Двойное	Одинарное	Двойное
I. Побережье n=116суток	41	Ю	476	409	318	194912	160572
			В и З	571	327	254	186786
II. Центральный n=145суток	45	Ю	638	409	318	261248	202782
			В и З	766	327	254	250580
III. Нахичеванский. n=130суток	45	Ю	585	409	409	239549	185936
			В и З	702	327	327	229638

Одновременно с поступлением солнечного тепла, через остекление, за счет термического потенциала, происходят потери тепла. Величины теплопотерь через остекления в течение отопительного периода, вычисленные по формуле (2), приводятся в таблице 4.

Таблица 4

Климатические районы	Средняя тем. отопит. периода.	Ориентация	Продолжительность солнечного облучения (час)	Теплопотери через остекление, Bm/m^2				
				за один час		за отопительный период.		
				Одинарное	Двойное	Одинарное	Двойное	
I. Побережье	+4.7	Ю	476	78	36	36995	17117	
			З	286	81	38	20903	10948
			В	286	84	39	24550	11280
II. Центральный	+3.2	Ю	638	84	39	54776	25163	
			З	383	90	42	34654	15994
			В	383	94	43	35987	15438
III. Нахичеванский.	+0.7	Ю	585	101	46	59038	27100	
			З	351	106	49	37052	17101
			В	351	111	51	39087	17915

Примечание: Коэффициенты теплопередачи остекления приняты:

Для одинарного - $K_o = 5.8 Bm/m^2 \text{ град}$

Для двойного - $K_d = 2.67 Bm/m^2 \text{ град}$

Для проверки вышеприведенных аналитических расчетов, была поставлена задача определить в натуральных условиях количество солнечного тепла, поступающего внутрь помещения через наружные ограждения здания в отопительный период.

В связи с этим, в г. Баку, в лаборатории кафедры “Теплоснабжение и теплотехника” Азербайджанского Архитектурно–Строительного Университета в течении отопительного периода 2000/01 г.г. были проведены натурные исследования теплопоступлений от солнечной радиации через наружные ограждения.*

Измерения тепла производились с помощью тепломера, температуры внутренней и наружной поверхностей ограждений – с помощью медь – константановых термопар, температуры внутреннего и наружного воздуха – ртутными термометрами с делением 0.1°C , влажности внутреннего и наружного воздуха – гигрографом и психрометром. Интенсивность солнечной радиации в течение отопительного периода принималась по данным Гидрометслужбы республики.

Исследуемое помещение расположено на 1–ом этаже (здание 2 –х этажное), имеет площадь 44.8 м^2 , площадь наружных стен $F_{н.с} = 20.5 \text{ м}^2$, коэффициент теплопередачи $K_{cm} = 1.32 \text{ Вт}/\text{м}^2 \text{ град}$ (стена из известнякового камня – кубика $\delta = 0.4 \text{ м}$ с двойной штукатуркой). Площадь остекления $F_{ост} = 6.4 \text{ м}^2$ ориентация - южная.

Анализ результатов натурных исследований показал следующее:

- в среднем за отопительный период в помещении в часы с 9 до 16, поступило солнечное тепло в количестве (за один час) 566 Вт.

- в дни солнечного сияния теплопоступление от солнечной радиации в указанное время (за один час) составляет 865 Вт.

Количества солнечного тепла, поступающего внутрь помещения через 1 м^2 окна, по часам дня, приводятся в таблице 5.

Результаты исследований показывают, что от солнечной радиации в указанное время дня через наружную стену поступает в помещение в 40 раз меньше тепла, чем через остекленные поверхности. Теплопотери исследуемого помещения в этих условиях составляют 773вт (за один час).

Таблица 5

Часы дня	Теплопоступления от солнечной радиации через остекление $\text{Вт}/\text{м}^2$	Часы дня	Теплопоступления от солнечной радиации через остекление $\text{Вт}/\text{м}^2$
9	66.4	13	187.9
10	113.1	14	140.7
11	180.7	15	92.8
12	216.9	16	41.8

Таким образом, аналитические и натурные исследования показывают, что в период от 10 до 15 часов теплопоступления от солнечной радиации через остекленные поверхности и наружные стены, больше величины теплопотерь через эти же поверхности. Эти теплопоступления чувствительно улучшают тепловой баланс помещения, снижают нагрузку на систему отопления здания в часы облучения и приводят к значительной экономии топлива на отопление.

Продолжительность солнечного сияния в зимнее время на территории республики составляет в среднем 18 % всего отопительного сезона (табл.1). В эти дни в период с 9 до 16 часов нет необходимости отапливать помещения южной ориентации. Наши многочисленные визуальные наблюдения показывают, что в солнечные дни, зимой, во многих квартирах и учреждениях г. Баку на южной половине зданий раскрыты окна при функционирующей системе отопления.

Выполненные нами расчеты показывают, что только по г. Баку за счет тепла солнечной радиации экономия газового топлива составляет свыше 15 миллионов м³ газа в отопительный сезон.

Помимо экономии газового топлива, учет солнечного тепла в строительном проектировании позволяет снизить тепловую нагрузку отопительных систем и котельных, отказаться от отопления вспомогательных помещений.

* Натурные исследования были проведены А.Б.Бабаевым.

Выводы:

1. Выполненные аналитические и натурные исследования показывают, что учет солнечного тепла значительно снижает нормативный расход топлива на отопление зданий, что приведет к существенной экономии топлива.
2. Проведение дальнейших аналитических, натуральных и экспериментальных исследований по учету тепла солнечной радиации выявит возможность снижения тепловой нагрузки отопительных систем и отопительных котельных.

-
1. Гамбург П.Ю. Расчет солнечной радиации в строительстве. М., 1986.
 2. Зоколей С. Солнечная энергия в строительстве. М., 1981
 3. Ильинский В.М. Проектирование ограждающих конструкций зданий с учетом физико-климатических воздействий. М., Стройиздат 1984.
 4. Кононович Ю.В. Тепловой режим зданий массовой застройки. М., Стройиздат 1986.
 5. Круглова А.И. Климат и ограждающие конструкции. М., Стройиздат 1970.

QÜNƏŞ İSTİLİYİNDƏN İSTİFADƏ ETMƏKLƏ AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI ŞƏRAİTİNDƏ BİNALARDA İSTİLİYİN İTKİSİNİN BİR HİSSƏSİNİN KOMPENSASIYASI

MƏMMƏDOV N.Y., BABAYEV A.B., ZEYNALOV T.R.

Məqələdə binanın istilik itkisi hesabında qünəş radiasiyanın istiliünün nəzərə alınmasının analitik və natura tədqiqatları təqdim olunur. Qünəş radiasiyasının istiliünün nəzərə alınması binanın isitmə sistemin yükünün azalmasına və isitməyə xərclənən yanığın xeyli dərəcədə qənaət olunmasına kömək edər.

UTILIZATION OF SOLAR HEAT FOR PARTIAL COMPENSATION OF HEAT LOSS OF THE BUILDINGS IN THE CONDITIONS OF THE AZERBAIJAN REPUBLIC

MAMEDOV N.Y., BABAYEV A.B., ZEYNALOV T.R.

This article deals the full – scale and analytical studies on the account of solar radiation considering heat losses of the buildings. The account of solar radiation allows reducing the load of the heating system of the buildings during raying hours and leads to significantly fuel economy during heating.