

10. Тарасов Д. А. Параметрическая оптимизация стальных канатов при действии поперечного удара / Д. А. Тарасов // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2015. – № 2(24). – С. 56–62. – EDN TYVZHD.
11. Определение области несущей способности гибкой нити при действии поперечного удара / Д. А. Тарасов, В. В. Коновалов, А. Л. Данилов, А. И. Бобылев // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2021. – Т. 10, № 2(54). – С. 40–43. – DOI 10.46548/21vek-2021-1054-0007. – EDN FKUILU.
12. Аннин Б. Д. Определение предельных состояний упругопластических тел / Б. Д. Аннин, В. В. Алехин, С. Н. Коробейников // Прикладная механика и техническая физика. – 2000. – Т. 41, № 5(243). – С. 196–204. – EDN ONTIND.
13. Тарасов Д. А. Алгоритм моделирования напряженно-деформированного состояния изгибно-жестких нитей / Д. А. Тарасов, Н. Ю. Митрохина, Е. В. Маньченкова // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. – 2022. – № 1(41). – С. 82–93. – DOI 10.21685/2227-8486-2022-1-9. – EDN GILUNU.
14. Оценка влияния конструктивной нелинейности при моделировании работы гибкой нити / Д. А. Тарасов, Г. С. Большаков, В. В. Коновалов, А. М. Ирышков // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2020. – Т. 9, № 2(50). – С. 117–123. – DOI 10.46548/21vek-2020-0950-0022. – EDN GTMCZR.
15. Тарасов Д. А. Математическое моделирование работы нитей конечной жесткости при ударном воздействии / Д. А. Тарасов, В. В. Волков, Е. А. Аксенова // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2021. – Т. 10, № 4(56). – С. 113–116. – DOI 10.46548/21vek-2021-1056-0023. – EDN LHAPPP.
16. Зернов В. В. Определение критической нагрузки для стропильных ферм в упругой и упругопластической стадиях работы / В. В. Зернов, М. Б. Зайцев, Н. Н. Ласьков // Региональная архитектура и строительство. – 2014. – № 4. – С. 85–89. – EDN TFQFNL.
17. Исаков Е. Г. Расчет предельных нагрузок и остаточных напряжений в элементах конструкций / Е. Г. Исаков, А. О. Корольков, А. Н. Литвинов // Надежность и качество : труды Международного симпозиума. – 2018. – Т. 1. – С. 162–165. – EDN YAFHTV.
18. Серазутдинов М. Н. Оценка границ предельной нагрузки для тонкостенных конструкций / М. Н. Серазутдинов // Вестник Технологического университета. – 2018. – Т. 21, № 12. – С. 159–164. – EDN YVSYWL.
19. Георгиев Н. Г. Визуальное программирование в задачах моделирования строительных конструкций / Н. Г. Георгиев, К. А. Шумилов, А. А. Семенов // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. – 2021. – № 4(38). – С. 117–123. – DOI 10.52684/2312-3702-2021-38-4-117-123. – EDN ZPSGJ.

© Д. А. Тарасов

Ссылка для цитирования:

Тарасов Д. А. Численная оценка предельных нагрузок для гибких нитей в упругопластическом состоянии // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань : ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2022. № 4 (42). С. 10–15.

УДК 69.036.2; 691.316
DOI 10.52684/2312-3702-2022-42-4-15-22

**АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОВРЕМЕННОЙ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ
НА ОСНОВЕ АЭРОГЕЛЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ЗДАНИЙ**

А. В. Исанова, Е. Д. Кретова, Д. А. Драпалюк, Н. А. Драпалюк

Исанова Анна Владимировна, кандидат технических наук, доцент кафедры жилищно-коммунального хозяйства, Воронежский государственный технический университет, г. Воронеж, Российская Федерация, тел.: +7-906-677-97-73; e-mail: a.isanova@bk.ru;

Кретова Екатерина Дмитриевна, магистрант, Воронежский государственный технический университет, г. Воронеж, Российская Федерация, тел.: +7-980-341-66-49; e-mail: shiroi.kretova@yandex.ru;

Драпалюк Дмитрий Александрович, кандидат технических наук, доцент кафедры жилищно-коммунального хозяйства, Воронежский государственный технический университет, г. Воронеж, Российская Федерация, тел.: +7-950-750-38-13; e-mail: drapaluyk@yandex.ru;

Драпалюк Наталья Александровна, кандидат технических наук, доцент кафедры жилищно-коммунального хозяйства, Воронежский государственный технический университет, г. Воронеж, Российская Федерация, тел.: +7-903-858-25-60; e-mail: u00076@vgasu.vrn.ru

В статье рассмотрены два варианта снижения теплопотерь зданий: использование методов архитектурно-планировочной организации пространства и применение современной аэрогелевой теплоизоляции. Подобные пассивные в ежедневном использовании и обслуживании решения способствуют снижению расхода энергетических ресурсов на обеспечения требуемых характеристик микроклимата. В работе приведено сравнение теплопотерь здания заданного строительного объема, имеющего в первом случае несколько вариантов объемно-планировочного решения, а во втором – разные типы ограждающих конструкций. На основе анализа были описаны индивидуальные



особенности применения обоих случаев. В заключении исследования были сделаны выводы о преимуществах и недостатках предлагаемых вариантов снижения топливно-энергетических расходов систем микроклимата и их влияние на повышение энергетической эффективности зданий.

Ключевые слова: архитектурно-планировочное решение, аэрогелевая теплоизоляция, энергосбережение, теплоэффективность, теплопотери, теплоизоляция.

ANALYSIS OF THE USE OF MODERN THERMAL INSULATION BASED ON AEROGEL IN THE DESIGN ENERGY-EFFICIENT BUILDINGS

A.V. Isanova, Ye.D. Kretova, D. A. Drapalyuk, N. A. Drapalyuk

Isanova Anna Vladimirovna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Housing and Communal Services, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russian Federation, phone: +7-906-677-97-73; e-mail: a.isanova@bk.ru;

Kretova Yekaterina Dmitriyevna, graduate student, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russian Federation, phone: +7-980-341-66-49; e-mail: shiroi.kretova@yandex.ru;

Drapalyuk Dmitriy Aleksandrovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Housing and Communal Services, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russian Federation, phone: +7-950-750-38-13; e-mail: drapalyuk@yandex.ru;

Drapalyuk Natalya Aleksandrovna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Housing and Communal Services, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russian Federation, phone: +7-903-858-25-60; e-mail: u00076@vgasu.vrn.ru

The article considers two options for reducing heat loss of buildings, namely: the use of methods of architectural and planning organization of space and the use of modern aerogel thermal insulation. Such passive solutions in daily use and maintenance contribute to reducing the consumption of energy resources to ensure the required characteristics of the microclimate. The paper presents a comparison of the heat loss of a building of a given building volume, which in the first case has several variants of a space-planning solution, and in the second – different types of enclosing structures. Based on the analysis, the individual features of the application of both cases were described. At the conclusion of the work, conclusions were drawn about the advantages and disadvantages of the proposed options for reducing fuel and energy costs of microclimate systems and their impact on increasing the energy efficiency of buildings.

Keywords: architectural and planning solution, aerogel thermal insulation, energy saving, thermal efficiency, heat loss, thermal insulation.

Введение

Повышение энергоэффективности зданий является вопросом, стоящим в области строительства на одном из первых мест и к тому же становится все более актуальным с точки зрения сбережения природных энергоресурсов, чьи запасы истощаются по всей планете с невероятной скоростью в последние десятилетия [1–3].

Постановка задачи

Целью исследования является подбор подходящего и максимально эффективного пассивного способа снижения энергоэффективности здания, способствующий частичному решению проблемы ограниченности ресурсов. Основной задачей будет являться создание доказательной базы, свидетельствующей о выгоды того или иного варианта снижения теплопотерь. Для изучения вопроса используем теоретические методы научного исследования.

Научная новизна данного исследования состоит в том, что выявлены реальные сравнительные данные теплопотерь, позволяющие более объективно взглянуть на методы, не имеющие широкого применения.

Методы исследования и результаты

Возьмем за основу типовое пятиэтажное здание и проведем сравнительный анализ

теплопотерь нескольких с одинаковым строительным объемом.

Подобное здание имеет следующие характеристики: строительный объем (жилой части) 21517,8 м³; длина – 68,12 м; ширина – 37,12 м; высота здания – 16,00 м.

Далее возьмем здание, имеющее форму усеченной сферы с тем же принятым к исследованию строительным объемом, для проведения сравнительного расчета [4–6]. Подобное здание будет иметь приблизительно $\frac{3}{4}$ от диаметра полной сферы для создания устойчивого основания и сохранения узнаваемой колосферической формы [7]. Отсеченная часть сферы будет составлять около 15,625% от общего объема, а значит наш строительный объем здания составит 84,375%.

Чтобы узнать радиус сферы нам необходимо составить пропорцию и узнать полный объем сферы. В нашем случае он составит 25502,5778 м³.

Далее из формулы объема сферы (1.1):

$$V = \frac{4}{3} \pi R^3 \quad (1.1)$$

выразим ее радиус (1.2):

$$R = \sqrt[3]{\frac{V \cdot 3}{4 \cdot \pi}} \quad (1.2)$$

Радиус будет приблизительно равен 18,259904 м. Следующим шагом узнаем площадь

поверхности нашего здания (1.3), которая будет составлять 75% от общей площади сферы.

$$S = 4 * \pi * R^2 * 75 \% \quad (1.3)$$

Следовательно, здание сферической формы имеет следующие характеристики: строительный объем (жилой части) 21517,8 м³; диаметр – 36,52 м; высота здания – 27,39 м.

В последующем расчете теплопотерь будет учитываться, что оба здания имеют витражное остекление [8, 9] для сохранения архитектурной эстетики сферического здания и объективности сравнения с типовым примером.

Допущения: не учитываются внутренние планировочные решения зданий, каждый этаж рассмотрен как отдельное жилое помещение. Город застройки – Москва. Один метр у основания каждого здания является частью наружных ограждений полуподвального неотапливаемого помещения.

Оба здания имеют межэтажные перекрытия высотой 0,2 м. В типовом здании пять этажей с высотой потолков 2,8 м. В здание сферической формы – семь этажей с потолками 2,8 метра и один этаж с куполообразным потолком, имеющим в пиковой точке высоту 5,19 м.

Перекрытие крыши сферического здания имеет высоту 2,39 м по центральной оси здания. Его площадь рассчитывается по формуле (1.4) площади сферического сегмента и равна 274,205562 м².

$$S = 2 * \pi * R * h \quad (1.4)$$

По этой же формуле в дальнейшем будем определять площадь поверхности стен (витражного остекления).

Площадь поверхности пола найдем по формуле (1.5) площади основания сферического сегмента.

$$S = \pi * h * (2 * R - h) \quad (1.5)$$

Коэффициенты теплопотерь по сторонам света в здании сферической формы примем с учетом, что каждое направление будет ориентировочно располагаться на 12,5% наружных ограждений каждого этажа. Для упрощения понимания приведем схему.

Коэффициенты теплопередачи ограждающих конструкций также будут общими для двух зданий. Витражное остекление выполним однокамерным энергосберегающим стеклопакетом, толщиной 24 мм, с коэффициентом сопротивления теплопередачи 1,46 Вт/(м² * °C) [3]. Коэффициент сопротивления теплопередачи потолочного перекрытия примем 0,33 Вт/(м² * °C), а пола 0,35 Вт/(м² * °C) [10].

Все данные, полученные в ходе расчета теплопотерь здания сферической формы приведены далее в таблице 1. Далее произведем расчет здания стандартного формфактора для последующего сравнения. Результаты расчетов представлены в таблице 2.

Таблица 1

Теплопотери здания сферической формы

Номер помещения	Наименование помещения и расчетная температура воздуха tв, °C	Характеристики ограждений		Площадь, А, м	Коэффициент теплопередачи К, Вт/(м ² *°C)	Расчетная разность температур (tв-tн)*п, °C	Коэффициент учета добавочных теплопотерь 1+ββ	Основные потери теплоты через ограждения Qогр, Вт
		Наименование	Ориентация по сторонам горизонта					
1	Помещение первого этажа	ПЛ	-	849,498	0,35	34,5	1	10257,687
		О	С	40,135	1,47	46	1,1	2985,342
		О	СВ	40,135	1,47	46	1,1	2985,342
		О	СЗ	40,135	1,47	46	1,1	2985,342
		О	В	40,135	1,47	46	1,1	2985,342
		О	З	40,135	1,47	46	1,05	2849,644
		О	Ю	40,135	1,47	46	1	2713,947
		О	ЮВ	40,135	1,47	46	1,05	2849,644
		О	ЮЗ	40,135	1,47	46	1	2713,947
								33326,235
2-7	Помещение второго – седьмого этажей	О	С	40,135	1,47	46	1,1	2985,342
		О	СВ	40,135	1,47	46	1,1	2985,342
		О	СЗ	40,135	1,47	46	1,1	2985,342
		О	В	40,135	1,47	46	1,1	2985,342
		О	З	40,135	1,47	46	1,05	2849,644
		О	Ю	40,135	1,47	46	1	2713,947
		О	ЮВ	40,135	1,47	46	1,05	2849,644
		О	ЮЗ	40,135	1,47	46	1	2713,947
								138411,29

Продолжение таблицы 1

Номер помещения	Наименование помещения и расчетная температура воздуха $t_{в}, ^\circ\text{C}$	Характеристики ограждений		Площадь, А, м	Коэффициент теплопередачи К, Вт/($\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$)	Расчетная разность температур $(t_{в}-t_{п}) \cdot \text{п}, ^\circ\text{C}$	Коэффициент учета добавочных теплопотерь $1+\Sigma\beta$	Основные потери теплоты через ограждения $Q_{огр}, \text{Вт}$
		Наименование	Ориентация по сторонам горизонта					
8	Помещение восьмого этажа	Пт	-	274,206	0,33	46	1	4162,440
		О	С	40,135	1,47	46	1,1	2985,342
		О	СВ	40,135	1,47	46	1,1	2985,342
		О	СЗ	40,135	1,47	46	1,1	2985,342
		О	В	40,135	1,47	46	1,1	2985,342
		О	З	40,135	1,47	46	1,05	2849,644
		О	Ю	40,135	1,47	46	1	2713,947
		О	ЮВ	40,135	1,47	46	1,05	2849,644
								2713,947
								27230,989
								$SQ_{огр\text{б}} = 198968,515$

Основываясь на вышеизложенные расчеты, можем сделать вывод, что теплопотери в здании со стандартными параметрами и витражным остеклением составляют приблизительно 279 894,490 Вт, а в здании шарообразной формы – 198 968,515 Вт. Следовательно, теплопотери в здании нестандартной формы в 1,5 раза ниже, чем у здания с типовой архитектурой. Подобное решение по снижению теплопотерь можно назвать успешным, рекомендовать для дальнейшего рассмотрения и получения финансовой выгоды, а также актуальным для развития архитектурной композиции города.

Совсем недавно на рынке появилась новая нанотехнологическая разработка – аэрогель, материал, выпускаемый в нескольких видах и для совершенно различных областей, от космонавтики до градостроительства. Он обладает уникальными свойствами и является одним из самых совершенных теплоизоляционных материалов, если не лучшим из ныне существующих. Плотность аэрогеля составляет всего 1,9 кг/м³. Он гидрофобный, огнестойкий, имеет малую теплопроводность, прост в монтаже и абсолютно экологически безопасен [11].

Таблица 2

Теплопотери здания типовой застройки

Номер помещения	Наименование помещения и расчетная температура воздуха $t_{в}, ^\circ\text{C}$	Характеристики ограждений		Площадь, А, м	Коэффициент теплопередачи К, Вт/($\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$)	Расчетная разность температур $(t_{в}-t_{п}) \cdot \text{п}, ^\circ\text{C}$	Коэффициент учета добавочных теплопотерь $1+\Sigma\beta$	Основные потери теплоты через ограждения $Q_{огр}, \text{Вт}$
		Наименование	Ориентация по сторонам горизонта					
1	Помещение первого этажа	Пл	-	2528,61	0,35	34,5	1	30533,019
		О	С	190,736	1,47	46	1,1	14187,325
		О	В	103,936	1,47	46	1,1	7730,968
		О	З	103,936	1,47	46	1,05	7379,560
		О	Ю	190,736	1,47	46	1	12897,568
								72728,440
2-4	Помещение второго – четвертого этажей	О	С	190,736	1,47	46	1,1	14187,325
		О	В	103,936	1,47	46	1,1	7730,968
		О	З	103,936	1,47	46	1,05	7379,560
		О	Ю	190,736	1,47	46	1	12897,568
								126586,26
5	Помещение 5 этажа	Пт	-	2528,614	0,33	46	1	38384,367
		О	С	190,736	1,47	46	1,1	14187,325
		О	В	103,936	1,47	46	1,1	7730,968
		О	З	103,936	1,47	46	1,05	7379,560
		О	Ю	190,736	1,47	46	1	12897,568
								80579,788
								$SQ_{огр} = 279894,49$

Рассмотрим два распространенных теплоизоляционных материала и аэрогелевый рулонный утеплитель. Проанализируем теплопотери через многослойные конструкции стен и произведем сравнительный расчет для каждого из них.

В качестве примера возьмем конструкцию стены, состоящую из декоративной штукатурки ($\lambda=0,29$ Вт/(м·К)); кирпичной кладки толщиной 510 мм ($\lambda= 0,56$ Вт/(м·К)); теплоизоляции (аэрогелевой/минвата/пенополистирол); фасадной грунтовки ($\lambda= 0,75$ Вт/(м·К)) [10, 12, 13].

Проведя теплотехнический расчет стен с разной вариацией изоляции, но одинаковой конструкцией получим следующее [6–8]: стена с аэрогелевой изоляцией – 0,227 Вт/(м·К); стена с изоляцией из пенополистирола – 0,4 Вт/(м·К); стена с изоляцией из минеральной ваты – 0,43 Вт/(м·К) [10, 13].

Далее произведем расчет теплопотерь зданий одинаковой конструкции. Полученные данные приведены в таблицах 3–5.

Таблица 3

Теплопотери с изоляцией из минеральной ваты

Номер помещения	Наименование помещения и расчетная температура воздуха $t_{в}, ^\circ\text{C}$	Характеристики ограждений		Площадь, А, м	Коэффициент теплопередачи К, Вт/(м ² ·°С)	Расчетная разность температур (t _в -t _н)*n, °С	Коэффициент учета добавочных теплопотерь 1+β	Основные потери теплоты через ограждения Q _{огр} , Вт
		Наименование	Ориентация по сторонам горизонта					
1	Помещение первого этажа	ПЛ	-	2528,614	0,35	34,5	1	30533,019
		НС	С	161,576	0,43	46	1,1	3515,571
		НС	В	89,896	0,43	46	1,1	1955,957
		НС	З	89,896	0,43	46	1,05	1867,050
		НС	Ю	161,576	0,43	46	1	3195,973
		ДО	С	29,160	1,47	46	1,1	531,179
		ДО	В	14,040	1,47	46	1,1	255,753
		ДО	З	14,040	1,47	46	1,05	244,128
		ДО	Ю	29,160	1,47	46	1	482,890
								42581,518
2-4	Помещение второго –четвертого этажей	НС	С	161,576	0,43	46	1,1	3515,571
		НС	В	89,896	0,43	46	1,1	1955,957
		НС	З	89,896	0,43	46	1,05	1867,050
		НС	Ю	161,576	0,43	46	1	3195,973
		ДО	С	29,160	1,47	46	1,1	531,179
		ДО	В	14,040	1,47	46	1,1	255,753
		ДО	З	14,040	1,47	46	1,05	244,128
		ДО	Ю	29,160	1,47	46	1	482,890
								36145,498
5	Помещение пятого этажа	Пт	-	2528,61	0,33	46	1	38384,367
		НС	С	161,576	0,43	46	1,1	3515,571
		НС	В	89,896	0,43	46	1,1	1955,957
		НС	З	89,896	0,43	46	1,05	1867,050
		НС	Ю	161,576	0,43	46	1	3195,973
		ДО	С	29,160	1,47	46	1,1	531,179
		ДО	В	14,040	1,47	46	1,1	255,753
		ДО	З	14,040	1,47	46	1,05	244,128
		ДО	Ю	29,160	1,47	46	1	482,890
								50432,866
								SQ _{огр} =129159,88

Сравнивая полученные результаты, мы можем сделать следующий вывод: минеральная вата и пенополистирол имеют практически идентичные показатели в 129 159,88 Вт и 125 485,04 Вт. Видимая разница есть, но она практически не ощутима по сравнению с результатом аэрогеля в 104 293,442 Вт. Его показатель на 1/5 меньше, он по всем характеристикам выигрывает на фоне других представителей рынка. Однако и его стоимость значительно выше.

Войдет ли аэрогелевая изоляция в повсеместное использование остается вопросом на данный

момент, но вышеизложенный расчет показывает его преимущества и дает повод задуматься о соразмерности финансовых затрат и достоинствах аэрогеля.

В данной работе мы рассмотрели 2 способа снижения теплопотерь: архитектурно-планировочный и использование современного аэрогелевого утеплителя. При изменении формфактора здания мы получили значение теплопотерь в 1,5 раза меньше изначального при тех же условиях. При использовании аэрогелевого утеплителя показатели снизились на 1/5.

Таблица 4

Теплопотери с изоляцией из пенополистирола

Номер помещения	Наименование помещения и расчетная температура воздуха $t_{в}, ^\circ\text{C}$	Характеристики ограждений		Площадь, А, м	Коэффициент теплопередачи К, Вт/($\text{м}^2\cdot^\circ\text{C}$)	Расчетная разность температур $(t_{в}-t_{н}) * \text{п}, ^\circ\text{C}$	Коэффициент учета добавочных теплопотерь $1+\Sigma\beta$	Основные потери теплоты через ограждения $Q_{отр}, \text{Вт}$
		Наименование	Ориентация по сторонам горизонта					
1	Помещение первого этажа	Пл	-	2528,61	0,35	34,5	1	30533,019
		НС	С	161,576	0,4	46	1,1	3270,298
		НС	В	89,896	0,4	46	1,1	1819,495
		НС	З	89,896	0,4	46	1,05	1736,791
		НС	Ю	161,576	0,4	46	1	2972,998
		ДО	С	29,160	1,47	46	1,1	531,179
		ДО	В	14,040	1,47	46	1,1	255,753
		ДО	З	14,040	1,47	46	1,05	244,128
		ДО	Ю	29,160	1,47	46	1	482,890
								41846,550
2-4	Помещение второго -четвертого этажей	НС	С	161,576	0,4	46	1,1	3270,298
		НС	В	89,896	0,4	46	1,1	1819,495
		НС	З	89,896	0,4	46	1,05	1736,791
		НС	Ю	161,576	0,4	46	1	2972,998
		ДО	С	29,160	1,47	46	1,1	531,179
		ДО	В	14,040	1,47	46	1,1	255,753
		ДО	З	14,040	1,47	46	1,05	244,128
		ДО	Ю	29,160	1,47	46	1	482,890
								33940,592
5	Помещение пятого этажа	Пт	-	2528,61	0,33	46	1	38384,367
		НС	С	161,576	0,4	46	1,1	3270,298
		НС	В	89,896	0,4	46	1,1	1819,495
		НС	З	89,896	0,4	46	1,05	1736,791
		НС	Ю	161,576	0,4	46	1	2972,998
		ДО	С	29,160	1,47	46	1,1	531,179
		ДО	В	14,040	1,47	46	1,1	255,753
		ДО	З	14,040	1,47	46	1,05	244,128
		ДО	Ю	29,160	1,47	46	1	482,890
								49697,897
SQorp = 125485,04								

Таблица 5

Теплопотери с изоляцией из аэрогеля

Номер помещения	Наименование помещения и расчетная температура воздуха $t_{в}, ^\circ\text{C}$	Характеристики ограждений		Площадь, А, м	Коэффициент теплопередачи К, Вт/($\text{м}^2\cdot^\circ\text{C}$)	Расчетная разность температур $(t_{в}-t_{н}) * \text{п}, ^\circ\text{C}$	Коэффициент учета добавочных теплопотерь $1+\Sigma\beta$	Основные потери теплоты через ограждения $Q_{отр}, \text{Вт}$
		Наименование	Ориентация по сторонам горизонта					
1	Помещение первого этажа	Пл	-	2528,614	0,35	34,5	1	30533,019
		НС	С	161,576	0,227	46	1,1	1855,894
		НС	В	89,896	0,227	46	1,1	1032,563
		НС	З	89,896	0,227	46	1,05	985,629
		НС	Ю	161,576	0,227	46	1	1687,177
		ДО	С	29,160	1,47	46	1,1	531,179
		ДО	В	14,040	1,47	46	1,1	255,753
		ДО	З	14,040	1,47	46	1,05	244,128
		ДО	Ю	29,160	1,47	46	1	482,890
								37608,230
2-4	Помещение второго -четвертого этажей	НС	С	161,576	0,227	46	1,1	1855,894
		НС	В	89,896	0,227	46	1,1	1032,563
		НС	З	89,896	0,227	46	1,05	985,629

Продолжение таблицы 5

Номер помещения	Наименование помещения и расчетная температура воздуха $t_{в}, ^\circ\text{C}$	Характеристики ограждений		Площадь, А, м	Коэффициент теплопередачи К, Вт/(м ² *С)	Расчетная разность температур $(t_{в}-t_{н}) * n, ^\circ\text{C}$	Коэффициент учета добавочных теплопотерь 1+Σβ	Основные потери теплоты через ограждения $Q_{огр}, \text{Вт}$
		Наименование	Ориентация по сторонам горизонта					
		НС	Ю	161,576	0,227	46	1	1687,177
		ДО	С	29,160	1,47	46	1,1	531,179
		ДО	В	14,040	1,47	46	1,1	255,753
		Наименование	Ориентация по сторонам горизонта					
		ДО	З	14,040	1,47	46	1,05	244,128
		ДО	Ю	29,160	1,47	46	1	482,890
								21225,634
5	Помещение пятого этажа	Пт	-	2528,614	0,33	46	1	38384,367
		НС	С	161,576	0,227	46	1,1	1855,894
		НС	В	89,896	0,227	46	1,1	1032,563
		НС	З	89,896	0,227	46	1,05	985,629
		НС	Ю	161,576	0,227	46	1	1687,177
		ДО	С	29,160	1,47	46	1,1	531,179
		ДО	В	14,040	1,47	46	1,1	255,753
		ДО	З	14,040	1,47	46	1,05	244,128
		ДО	Ю	29,160	1,47	46	1	482,890
								45459,578

SQ_{огр} = 104293,42

Применение обоих способов показало хорошие результаты. Однако по многим аспектам они не могут быть взаимозаменяемыми. К примеру, здание нестандартной формы не должно нарушать архитектурной композиции города, что накладывает ряд ограничений. В то время как изменение теплотехнических характеристик ограждающих конструкций на архитектурной концепции городского квартала не сказывается совершенно [14].

С другой точки зрения, при применении витражного остекления здания наилучшим способом снижения теплопотерь однозначно выступает изменение его формы, выступая в рассматриваемой ситуации спасительным решением [8, 15].

Заключение

Полученные в ходе исследований данные показывают объективную разницу широко используемых методик и предложенных данной работой. Оба варианта имеют право на существование. Выбор того или другого способа зависит от конкретных условий района строительства и архитектурной концепции рассматриваемого городского квартала. Исследование доказало эффективность методов и подкрепило их полученными значениями. Данные результаты могут найти применение в выборе и поиске более выгодного ситуативного решения, давая четкое представление о конкретных преимуществах и недостатках приведенных методов.

Список литературы

1. Энергетическая проблема человечества и пути ее решения // FB.RU. – Режим доступа: <https://yandex.ru/turbo/fb.ru/s/article/327190/energeticheskaya-problema-chelovechestva-i-puti-ee-resheniya> (дата обращения: 14.07.2022), свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.
2. Пятиэтажный жилой дом // СН-Строй. – Режим доступа: [http://sn-stroy.com/portfolio-item/pyatietazhnyj-zhiloj-dom/#prettyPhoto\[project-gallery\]/0/](http://sn-stroy.com/portfolio-item/pyatietazhnyj-zhiloj-dom/#prettyPhoto[project-gallery]/0/) (дата обращения: 14.07.2022), свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.
3. Исанова А. В. Обеспечение требуемых характеристик внутреннего микроклимата при проектировании квартальной многоэтажной жилой застройки с учетом ее аэрационного режима / А. В. Исанова, И. В. Попова // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. – 2021. – №1 (36). – С. 25–29.
4. Прошунина К. А. Теоретическая взаимосвязь эргономических принципов и концептуальной архитектуры жилого пространства астраханский государственный архитектурно-строительный университет / К. А. Прошунина, И. А. Овчеренко // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. – 2018. – №4(26). – С. 12–22.
5. Лисициан М. В. Архитектурное проектирование жилых зданий / М. В. Лисициан, В. Л. Пашковский, З. В. Петунина, Е. С. Пронин, Н. В. Федорова, М. А. Федеяева. – Москва : Архитектура – С, 2006. – 488 с.



6. Потери тепла можно снизить, совершенствуя инженерные системы, конструктивные решения // FiberglassWindows&Doors. – Режим доступа: <http://elitstekloplast.ru/o-steklokompozite/poleznye-stati/132-poteri-tepla-mozhno-snizit-sovershenstvuya-inzhenernye-sistemy-konstruktivnye-resheniya.html>(дата обращения: 14.07.2022), свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.
7. Дома сферической формы: подарок природы или архитектурное излишество? // Дом и ремонт. – Режим доступа: <https://dom-i-remont.info/posts/proekt-doma/doma-sfericheskoj-formy-podarok-prirody-ili-arhitekturnoe-izlishestvo/>(дата обращения: 14.07.2022), свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.
8. Энергосберегающие окна. Как минимизировать потери тепла // Портал-Энерго. – Режим доступа: <http://portal-energo.ru/articles/details/id/137>(дата обращения: 14.07.2022), свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.
9. Снижение теплопотерь через окна посредством установки двойных и тройных стеклопакетов // Окна на века. – Режим доступа: <https://okna-veka64.ru/okna/raschet-teplopoter-cherez.html> (дата обращения: 14.07.2022), свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.
10. Расчет теплопроводности стен: таблица теплопроводности материалов // «СОЛНЦЕ». – Режим доступа: <https://www.solntse.ru/articles/vnutrennyaya-izolyatsiya/kak-rasschitat-teplosoprotivlenie-steny/>(дата обращения: 14.07.2022), свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.
11. Аэрогелевая изоляция: космические технологии на страже тепла // Просто о строительстве. – Режим доступа: <https://zen.yandex.ru/media/id/5fdb3f8aee49c837afb5a63b/aerogelevaia-izoliaciia-kosmicheskie-tehnologii-na-straje-tepla-60f9039abbe8c109b0dad8b7>(дата обращения: 14.07.2022), свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.
12. Что такое аэрогель, его характеристики // Малоэтажная страна. – Режим доступа: <https://m-strana.ru/articles/aerogel-eto/> (дата обращения: 14.07.2022), свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.
13. Теплоизоляционные материалы: виды утеплителей, применяемых в строительстве // Малоэтажная страна. – Режим доступа: <https://m-strana.ru/articles/teploizolyatsionnye-materialy/> (дата обращения: 14.07.2022), свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.
14. Колосов А.И. Теплогазоснабжение многоквартирного жилого дома: учеб. пособие/ А.И.Колосов, Д.М.Чудинов, Н.А.Петрикеева, С.А.Яременко, Г.Н.Мартыненко. – Воронеж : Воронежский государственный технический университет, 2014. – 86с.
15. Тихомиров К.В. Теплотехника, теплогазоснабжение и вентиляция/К. В. Тихомиров, Э. С. Сергеенко. – Москва : Стройиздат, 1991. – 480 с.

© А. В. Исанова, Е. Д. Кретова, Д. А. Драпалюк, Н. А. Драпалюк

Ссылка для цитирования:

Исанова А. В., Кретова Е. Д., Драпалюк Д. А., Драпалюк Н. А. Анализ использования современной теплоизоляции на основе аэрогеля при проектировании энергоэффективных зданий // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань : ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2022. № 4 (42). С. 15–22.

УДК 621.577
DOI 10.52684/2312-3702-2022-42-4-22-26

ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕПЛОНАСОСНЫХ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

С. А. Логинова, А. А. Тимошин

Логинова Светлана Андреевна, кандидат технических наук, доцент кафедры строительных конструкций, Ярославский государственный технический университет, г. Ярославль, Российская Федерация, тел.: +7-906-617-12-27; e-mail: sl79066171227@yandex.ru;

Тимошин Александр Антонович, инженер, ассистент кафедры экономики предприятий, Уральский государственный экономический университет, г. Екатеринбург, Российская Федерация, тел.: +7-982-718-58-84; e-mail: sas-timosh@ya.ru

В настоящее время использование тепловых насосов приобретает все большую популярность в связи с удорожанием энергоносителей и постоянно меняющимися климатическими условиями. Удорожание традиционных источников энергии, повышенные требования к эффективности и надежности систем теплоснабжения требуют совершенствования проектных и строительно-монтажных работ, законодательной и нормативной базы. Целью анализа являлась оценка перспективности применения теплонасосных систем теплообеспечения в строительстве. В статье отражена история развития энергоэффективных технологий, позволяющих использовать возобновляемые источники энергии в системах теплоснабжения. В хронологическом порядке описан ряд знаковых для этого направления событий, обозначены приоритетные пути повышения эффективности работы теплонасосных систем. Рассматривается специфика эксплуатационных особенностей теплонасосных систем теплоснабжения, использующих низкопотенциальное тепло атмосферного воздуха. Представлено видение авторами дальнейших перспектив развития теплонасосных систем теплоснабжения в России.