

Динамический портрет промышленного здания с мостовыми кранами и рабочим грузом $Q = 100$ т с точки зрения наличия резонансных частот колебаний имеет более благоприятный характер, так как собственные формы колебаний непосредственно самого здания сместились в сторону уменьшения периода (увеличения частоты). С другой стороны, в низкочастотной области появился ряд собственных форм колебаний, относящихся к мостовым кранам и заменивших собой в частотной области колебания промышленного здания. Данное обстоятельство влечет за собой необходимость учета в динамических расчетах большего количества собственных частот и форм колебаний для учета колебаний самого здания.

В заключение следует отметить:

1. Наличие в промышленном здании мостовых кранов, даже в том случае, когда краны не

нагружены рабочим грузом, существенно меняет частоты и формы колебаний промышленного здания существенно ухудшая его динамические характеристики.

2. Наличие поднимаемого рабочего груза существенно меняет характер собственных форм колебаний промышленного здания и смещает характерные формы колебаний здания в область с большей частотой (меньшим периодом). Область низких частот занимают собственные формы, относящиеся к колебаниям мостовых кранов.

3. Для получения достоверных расчетных реакций промышленного здания при его проектировании, в качестве варьируемых параметров необходимо использовать положение каждого мостового крана в здании и для каждого положения нагружение попарно двух кранов рабочим грузом.

Список литературы

1. СП 413.1325800.2018. Здания и сооружения, подверженные динамическим воздействиям. Правила проектирования. – Москва : Стандартинформ, 2019.
2. СП 296.1325800.2017. Здания и сооружения. Особые воздействия (с Изменениями № 1, 2). – Москва : Стандартинформ, 2017.
3. Кирсанов М. Н. Деформации и собственная частота колебаний фермы пространственной модели многоэтажного здания / М. Н. Кирсанов // Вестник МГСУ. – 2022. – Т. 17, вып. 5. – С. 580–588.
4. Корепанов В. В. Сезонные изменения собственных частот колебаний здания на свайном фундаменте / В. В. Корепанов, Р. В. Цветков // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Механика. – 2014. – № 2. – С. 153–167.
5. СП 20.13330.2016. Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85* (с Изменениями № 1, 2, 3, 4).

© А. В. Синельщиков, Р. А. Завьялов

Ссылка для цитирования:

Синельщиков А. В., Завьялов Р. А. Влияние внешнего нагружения на изменения собственных частот и форм колебаний промышленного здания. Часть 1 // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань : ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2023. № 4 (46). С. 8–13.

УДК 699.8

DOI 10.52684/2312-3702-2023-46-4-13-19

ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКОГО РАЙОНА СТРОИТЕЛЬСТВА НА ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НАРУЖНЫХ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ С УЧЕТОМ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

Э. Е. Семенова, А. А. Рыбалко, Ю. А. Черникова

Семенова Эльвира Евгеньевна, кандидат технических наук, доцент кафедры проектирования зданий и сооружений, Воронежский государственный технический университет, г. Воронеж, Российская Федерация, тел.: + 7 (910) 732-21-15; e-mail: semenova@vgasu.vrn.ru;

Рыбалко Артем Александрович, магистрант, Воронежский государственный технический университет, г. Воронеж, Российская Федерация, тел.: + 7(951) 567-94-23; e-mail: rybalko.artjom@yandex.ru;

Черникова Юлия Александровна, магистрант, Воронежский государственный технический университет, г. Воронеж, Российская Федерация, тел.: + 7 (951) 854-33-99; e-mail: yulya.chernikova.00@yandex.ru

Рассмотрен актуальный вопрос, связанный с повышением энергоэффективности наружных ограждающих конструкций. Объектом исследования выбрано здание общественно-делового центра в г. Воронеже и г. Екатеринбурге. Целью исследования является определение влияния климатических условий регионов России на теплотехнические характеристики наружных ограждающих конструкций здания с учетом энергосбережения и стоимостных показателей для повышения энергоэффективности. Основная задача исследования – сравнение вариантов конструктивных решений наружных ограждающих конструкций для разных климатических районов. Исследование проводилось с применением методов теплотехнических расчетов и экономических затрат. С помощью программного комплекса Smartcalc определены зоны конденсации и плоскости увлажнения ограждающих конструкций с учетом температурно-влажностного режима. Результаты исследования могут практически применяться при проектировании энергоэффективных зданий.

Ключевые слова: энергетическая эффективность, экономия энергии наружные ограждающие конструкции, здание, теплозащита, климатические факторы, климатический район, утеплитель.



THE INFLUENCE OF THE CLIMATIC AREA OF CONSTRUCTION ON THE THERMAL CHARACTERISTICS OF EXTERNAL ENCLOSING STRUCTURES, TAKING INTO ACCOUNT ENERGY SAVING

E. Ye. Semenova, A. A. Rybalko, Yu. A. Chernikova

Semenova Elvira Yevgenyevna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Design of Buildings and Structures, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russian Federation, phone: + 7 (910) 732-21-15; e-mail: semenova@vgsu.vrn.ru;

Rybalko Artem Aleksandrovich, postgraduate student, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russian Federation, phone: + 7 (951) 567-94-23; e-mail: rybalko.artjom@yandex.ru;

Chernikova Yuliya Aleksandrovna, postgraduate student, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russian Federation, phone: + 7 (951) 854-33-99; e-mail: yulya.chernikova.00@yandex.ru

The current issue related to increasing the energy efficiency of external enclosing structures is considered. The object of the study is the building of a public and business center in Voronezh and Yekaterinburg. The purpose of the study is to determine the influence of climatic conditions of Russian regions on the thermal characteristics of external building envelopes, taking into account energy saving and cost indicators to improve energy efficiency. The main objective of the study is to compare design options for external enclosing structures for different climatic regions. The study was carried out using methods of thermal calculations and economic costs. Using the Smartcalc software package, condensation zones and moisture planes of enclosing structures were determined, taking into account temperature and humidity conditions. The research results can be practically applied in the design of energy-efficient buildings.

Keywords: energy efficiency, energy saving, external enclosing structures, building, thermal protection, climatic factors, climatic region, insulation.

Введение

На сегодняшний день одним из наиболее простых и рациональных путей экономии энергии в строительной сфере является сокращение потерь тепла через ограждающие конструкции зданий и сооружений.

От способности стен удерживать тепло напрямую зависит энергоэффективность здания, поскольку они напрямую контактируют с наружным воздухом. Для обеспечения нормативных показателей и повышения эффективности непрозрачных ограждающих конструкций улучшают теплоизоляцию здания, как за счет увеличения слоя утеплителя, так и применения современных качественных теплоизоляционных материалов (пенополистирол, пенополиуретановая пена, каменная вата), воздухопроницаемость которых обеспечивает качественную вентиляцию, предотвращающую скопление влаги внутри помещения [1].

При недостаточной толщине утеплителя наружные стены будут промерзать, вследствие чего будет появляться конденсат на их поверхности, и в этих местах появится плесень.

Тепловые потери можно снизить, увеличивая сопротивление теплопередачи теплозащитной оболочки, а для этого необходимо либо увеличить толщину стены (что является невыгодным с экономической точки зрения), либо применять эффективные теплоизоляционные материалы.

Выбор типа утеплителя и его толщины зависит от климатического района, средней температуры наружного воздуха за отопительный период, продолжительности отопительного периода, градусо-суток отопительного периода, норм термического сопротивления и основного материала стен.

Для одного и того же типа зданий в зависимости от материала ограждающих конструкций, качества строительных работ, года строительства, срока эксплуатации, а также этажности через отдельные ограждающие конструкции, структура потерь тепловой энергии различается.

Следствием повышения требований к теплозащите ограждающих конструкций зданий стал переход к многослойным конструктивным системам, что

позволяет достичь высоких показателей сопротивления теплопередаче за счет применения эффективных утеплителей без увеличения толщины ограждающих конструкций. Поэтому в настоящее время в строительстве применяются различные энергоэффективные светопрозрачные конструкции и фасадные системы, теплоизоляционные материалы, технологии возведения монолитных домов с несъемной опалубкой и т. д. [2].

Основная часть

Для оценки зависимости толщины теплоизоляционного слоя в многослойных ограждающих конструкциях от теплопроводности материала и климатического района необходимо провести расчет толщины утеплителя наружной ограждающей конструкции здания на примере городов Воронеж и Екатеринбург.

Климат Воронежа – умеренно-континентальный с хорошо выраженными сезонами года. Зима довольно холодная, а лето теплое. Наибольшую повторяемость имеют ветры, скорость которых колеблется от 1 до 3 м/с. Самым теплым является июль, средняя температура +19,8 °С. Наиболее холодный месяц – январь, средняя температура – 9,5 °С.

Атмосферные осадки на территории области распределяются неравномерно. За теплый период года (апрель–октябрь) на большей части области выпадает 300–350 мм. Около трети годового количества осадков приходится на холодный период года. Больше всего осадков в июле, минимум осадков в феврале. Снежный покров лежит около четырех месяцев.

Екатеринбург находится в зоне границы умеренно-континентального климата с характерной резкой изменчивостью погодных условий. Уральские горы, несмотря на их незначительную высоту, преграждают путь массам воздуха, поступающим с запада, из европейской части России. В результате Средний Урал оказывается открытым для вторжения холодного арктического воздуха и сильно выраженного континентального воздуха Западно-Сибирской равнины; в то же время с юга беспрепятственно проникают теплые воздушные массы Прикаспия и пустынь Средней Азии.

Средняя температура января составляет $-15,3\text{ }^{\circ}\text{C}$, средняя температура июля $+17,4\text{ }^{\circ}\text{C}$. Характерное для Екатеринбурга в целом, и для рассматриваемой нами территории в частности, явление – весенне-осенние заморозки. Среднегодовая сумма осадков в Екатеринбурге – около 542 мм.

Влажность воздуха за год составляет около 71 %, от 57 % в мае до 79 % в декабре-январе. Большая часть атмосферных осадков выпадает летом, максимум их приходится на июль, а минимум – на март.

Климатические параметры регионов проектирования представлены в таблице 1.

Таблица 1

Климатические параметры регионов проектирования

Регион проектирования	Температура воздуха наиболее холодной пятидневки, $^{\circ}\text{C}$, обеспеч. 0,92	Средняя температура воздуха, $^{\circ}\text{C}$, со средней суточ. температурой воздуха $\leq 8\text{ }^{\circ}\text{C}$	Продолжительность периода со среднесуточной температурой воздуха $\leq 8\text{ }^{\circ}\text{C}$, сут	Температура внутреннего воздуха, $^{\circ}\text{C}$	Относительная влажность воздуха, %
Воронеж	-24	-2,4	190	20	55
Екатеринбург	-35	-5,5	220	20	55

Одним из способов повышения энергосбережения выступает применение современных энергоэффективных материалов в многослойных наружных ограждающих конструкциях. Например, плит из экструзионного пенополистирола «Пеноплэкс Основа» или утеплителя «Rockwool Фасад Баттс». Правильно подобранный утеплитель позволит избежать понижения температуры внутреннего воздуха, и, следовательно, больших расходов на отопление из-за значительных тепловых потерь.

Тепловые потери здания – это количество энергии, измеряемая в Ваттах на метр квадратный, которую теряет здание за единицу времени. В основном они зависят от разницы температур наружного и внутреннего воздуха (чем разница больше, тем выше потери) и от теплозащитных свойств материалов, составляющих ограждающие конструкции. Существующие потери идут на подогрев воздуха, попадающего во внутреннюю часть помещения [3].

Показателем качества теплозащитного материала является его теплопроводность. Для того, чтобы материал обладал теплозащитными свойствами, требуются высокие показатели теплопроводности, которые обуславливаются небольшой плотностью утеплителя.

Толщину утеплителя необходимо определить на основании теплотехнического расчета, учитывая климатические особенности района строительства.

Проектируемое здание имеет сложную геометрическую форму плана с габаритными размерами $28,2 \times 18\text{ м}$. Высота первого этажа 4,2 м. Все остальные этажи имеют высоту 3,0 м. Конструктивная схема здания – каркасная. План и разрез здания представлен на рисунке 1.

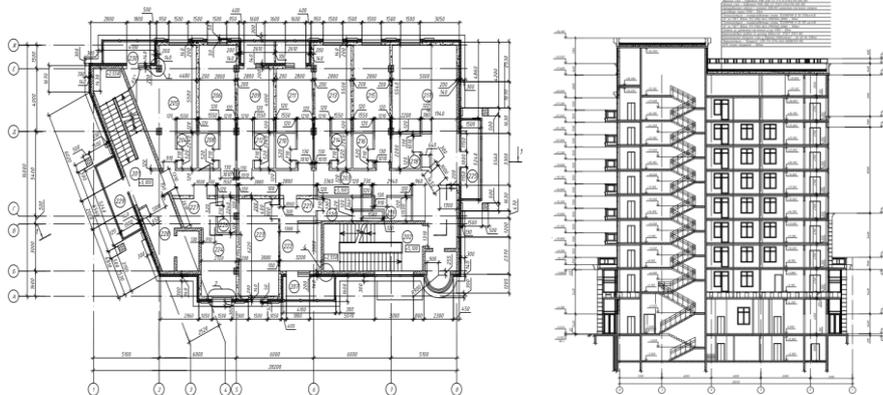


Рис. 1. План и разрез здания общественно-делового центра

Геометрические параметры теплового контура здания представлены в таблице 2.

Рассмотрим четыре варианта конструктивного решения наружных ограждающих конструкций для г. Воронежа и г. Екатеринбурга, характеристики которых представлены в таблице 3.

В таблице 4 приведены затраты на теплоизоляцию наружных ограждающих конструкций.

На основе полученных данных, приведенных в таблице 3, для разных вариантов ограждающих конструкций составлен график зависимости толщины утеплителя от его теплопроводности (рис. 2).

Данные по исследованию температурно-влажностного режима конструкций стен здания для двух регионов приведены в таблицах 5 и 6.

Исходя из данных таблиц 3 и 4 выбран вариант схемы № 1.1 наружной ограждающей конструкции для г. Воронежа и г. Екатеринбурга по теплотехническим и экономическим показателям.

Из таблиц 5 и 6 можно увидеть, что вариант схемы наружной ограждающей конструкции № 1.1 как для г. Воронежа, так и для г.Екатеринбурга, в отличие от других вариантов схем, имеет малую зону конденсации, которая находится между 3 и 4 слоями, а также максимально удаленную плоскость максимального увлажнения, расположенную в 4 слое.

Таблица 2

Геометрические параметры зданий

Показатель	Обозначение показателя и единицы измерения	Значение
Общая площадь здания	$A_{от}, M^2$	3016
Площадь жилых помещений	$A_{ж}, M^2$	1407,84
Отапливаемый объем	$V_{от}, M^3$	9047,18
Коэффициент остекления фасада	f	0,39
Показатель компактности здания	$K_{комп}$	0,34
Общая площадь наружных ограждающих конструкций, в том числе:	$A_{н}^{сум}, M^2$	2777,83
- стен	$A_{ст}, M^2$	1703,45
- окон и балконных дверей	$A_{ок1}, M^2$	208,14
- витражей	$A_{ок2}, M^2$	471,08
- покрытий	$A_{пок}, M^2$	395,16

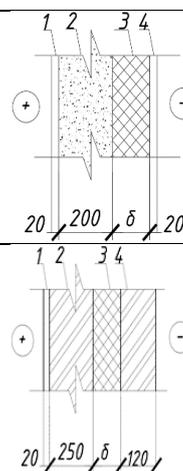
Таблица 3

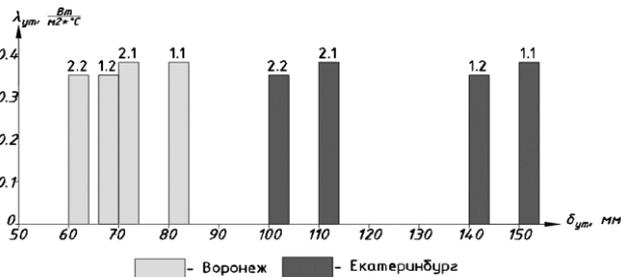
Характеристика наружных ограждающих конструкций здания

№ схемы варианта	Схема наружной ограждающей конструкции	Наименование конструктивного слоя	λ_s , Вт/($M^2 \times ^\circ C$)	δ_s , мм		R_s , $M^2 \cdot ^\circ C$ /Вт	
				Воронеж	Екатеринбург	Воронеж	Екатеринбург
1.1		1 - штукатурка цементно-известковая	0,7	20		0,023	
		2 - кладка газосиликатных блоков	0,22	200		0,91	
		3 - утеплитель «Rockwool Фасад Баттс»	0,038	80	150	2.11	3.95
		4 - штукатурка цементно-песчаная	0,76	20		0,22	
1.2		1 - штукатурка цементно-известковая	0,7	20		0,23	
		2 - кладка газосиликатных блоков	0,22	200		0,91	
		3 - плиты из экструзионного пенополистирола «Пеноплэкс Основа»	0,035	70	140	1.71	2
		4 - штукатурка цементно-песчаная	0,76	20		0,22	
2.1		1 - штукатурка цементно-песчаный	0,76	20		0,026	
		2 - кладка газобетонных блоков	0,22	250		1,14	
		3 - утеплитель «Rockwool Фасад Баттс»	0,038	70	110	1,84	2,89
		4 - кладка из керамического кирпича	0,58	120		0,21	
2.2		1 - штукатурка цементно-известковая	0,76	20		0,026	
		2 - кладка газобетонных блоков	0,22	250		1,136	
		3 - плиты из экструзионного пенополистирола «Пеноплэкс Основа»	0,035	60	100	1.71	2.85
		4 - штукатурка цементно-песчаная	0,58	120		0,21	

Таблица 4

Затраты на теплоизоляцию наружных ограждающих конструкций

№ схемы	Схема наружной ограждающей конструкции	Наименование утеплителя	δ, мм		Расход утеплителя на здание, м ²	Стоимость 1 м ² , руб.		Стоимость на все здание, тыс. руб.	
			Воронеж	Екатеринбург		Воронеж	Екатеринбург	Воронеж	Екатеринбург
1.1		3 – утеплитель «Rockwool Фасад Баттс»	80	150	1703,45	882.86	977.45	1503.91	1665.04
1.2		3 – плиты из экструзионного пенополистирола «Пеноплэкс Основа»	70	140		327.59	655.18	558.03	1116.07
2.1		3 – утеплитель «Rockwool Фасад Баттс»	70	110		772.5	848.75	1315.92	1445.8
2.2		3 – плиты из экструзионного пенополистирола «Пеноплэкс Основа»	60	100		280.79	467.99	478.31	797.19

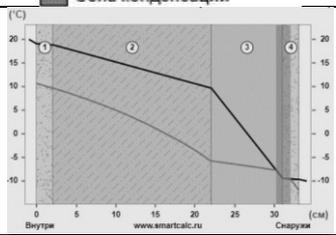
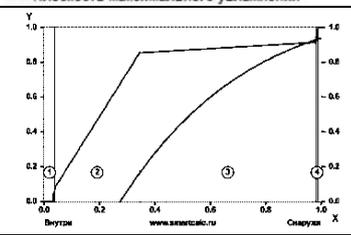
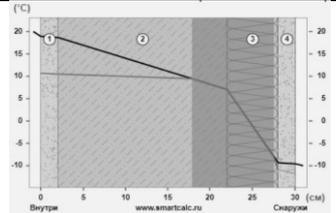
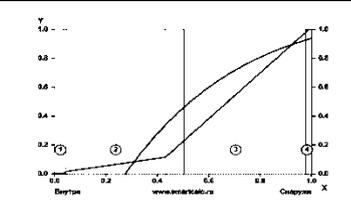


1.1 – Утеплитель для варианта схемы наружной ограждающей конструкции № 1.1
 1.2 – Утеплитель для варианта схемы наружной ограждающей конструкции № 1.2
 2.1 – Утеплитель для варианта схемы наружной ограждающей конструкции № 2.1
 2.2 – Утеплитель для варианта схемы наружной ограждающей конструкции № 2.2

Рис. 2. График зависимости толщины утеплителя δ от его теплопроводности

Таблица 5

Исследование температурно-влажностного режима наружной ограждающей конструкции. Район строительства - г. Воронеж

№ схемы	Схема стационарного температурно-влажностного режима	Схема влагонакопления
	— Температура — Температура "Точки росы" ■ Зона конденсации	— Безразмерное сопротивление паропроницанию — То же насыщенного паром воздуха — Плоскость максимального увлажнения
1.1		
1.2		

Продолжение таблицы 5

№ СХЕМЫ	Схема стационарного тепловлажностного режима	Схема влагонакопления
	<ul style="list-style-type: none"> — Температура — Температура "Точки росы" ■ Зона конденсации 	<ul style="list-style-type: none"> — Безразмерное сопротивление паропрооницанию — То же насыщенного паром воздуха — Плоскость максимального увлажнения
2.1		
2.2		

Таблица 6

Исследование температурно-влажностного режима наружной ограждающей конструкции. Район строительства г. Екатеринбурге

№ СХЕМЫ	Схема стационарного тепловлажностного режима	Схема влагонакопления
	<ul style="list-style-type: none"> — Температура — Температура "Точки росы" ■ Зона конденсации 	<ul style="list-style-type: none"> — Безразмерное сопротивление паропрооницанию — То же насыщенного паром воздуха — Плоскость максимального увлажнения
1.1		
1.2		
2.1		
2.2		

Заключение

В процессе исследования для г. Воронежа и г. Екатеринбург выполнено сравнение по четырем вариантам конструктивных схем наружных ограждающих конструкций с применением двух вариантов утеплителей по теплотехническими характеристикам и экономическим показателям. Проведено исследование температурно-влажностного режима. Выявлено, что

лучшим вариантом наружной ограждающей конструкции является схема № 1.1 с применением минераловатного утеплителя «Rockwool Фасад Баттс». Данный утеплитель, несмотря на его высокую стоимость, имеет наилучшие теплотехнические свойства и препятствует появлению большой зоны конденсации. Данные факторы способствуют повышению энергоэффективности проектируемого здания.

Список литературы

1. Подкопаева Е. В. Исследование ограждающих конструкций общественных зданий / Е. В. Подкопаева, А. Н. Шехватова, Э. Е. Семенова // Инженерные системы и сооружения. – 2020. – № 3–4 (41–42). – С. 6–11.
2. Турбина К. В. Анализ использования энергоэффективных строительных конструкций / К. В. Турбина, / Э. Е. Семенова // Инженерные системы и сооружения. – 2021. – № 1 (43). – С. 30–35.
3. Коносова М. М. Способы повышения энергоэффективности жилых зданий / М. М. Коносова, Э. Е. Семенова // Инженерные системы и сооружения. – 2021. – № 2 (44). – С. 8–12.
4. Ландаков А. С. Анализ проектирования зданий гостиниц с учетом энергосбережения / А. С. Ландаков, Э. Е. Семенова // Строительство и реконструкции : сборник научных трудов 2-й Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров. – 2020. – С. 124–129.
5. Семенова Э. Е. Анализ проектирования жилых зданий с учетом энергосбережения / Э. Е. Семенова, Е. Д. Мельников, Г. В. Пономарева // Высокие технологии в строительном комплексе. – 2018. – № 1. – С. 30–33.
6. Щевцов К. К. Проектирование зданий для районов с особыми природно-климатическими условиями : учебник / К. К. Шевцов. – Москва : Высш. шк., 1986. – 231 с.
7. Архитектура и климат Южно-Российского региона : учебник / Под ред. Л. П. Шевченко. – Ростов-на-Дону : Рост. гос. архитектур. ин-т, 1998. – 182 с.
8. Семенова Э. Е. Проектирование наружных ограждающих конструкций в жарких климатических районах на примере г. Душанбе / Э. Е. Семенова, Ф. С. Абдулхамидов // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. – 2023. – № 1. – С. 26–31.
9. Тарасова В. В. Математическое моделирование нестационарных тепловых процессов при возведении ограждающих конструкций зданий / В. В. Тарасова // Современные наукоемкие технологии. – 2016. – № 8–2. – С. 265–269;
10. Пути повышения энергоэффективности гражданских зданий / Э. Е. Семенова, М. Г. Самсонова, Д. Е. Нецепляев, В. Ю. Компанец // Инженерных системы и сооружения. – 2019. – № 3 (36). – С. 20–24.
11. Борисова Н. И. К вопросу об энергоресурс обережении и энергоаудите ЖКХ регионов России в новых экономических условиях / Н. И. Борисова., А. В. Борисов // Актуальные проблемы экономики и менеджмента. – 2014. – № 3 (03). – С. 70–75.
12. Семенова Э. Е. Повышение энергоэффективности эксплуатируемых зданий / Э. Е. Семенова, В. С. Думанова // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. – 2020. – № 2 (32). – С. 31–55.
13. Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности, и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации : Федер. закон : [принят Гос. Думой 11.11.2009] // Собрание законодательств РФ. – 2009. – № 261. – 62 с.
14. Семенов В. Н. Энергосбережение при проектировании зданий как ключевой фактор инновационного развития строительной отрасли / В. Н. Семенов, Э. Е. Семенова // Недвижимость: экономика, управление. – 2018. – № 3. – С. 44–48.
15. Куприянов В. Н. Градостроительная климатология : учеб. пособие / В. Н. Куприянов. – Казань : Казанский госуд. архит.-строит. ун-т, 2012. – 147 с.

© Э. Е. Семенова, А. А. Рыбалко, Ю. А. Черникова

Ссылка для цитирования:

Семенова Э. Е., Рыбалко А. А., Черникова Ю. А. Влияние климатического района строительства на теплотехнические характеристики наружных ограждающих конструкций с учетом энергосбережения // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань : ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2023. № 4 (46). С. 13–19.

УДК 69.036.2; 691.316

DOI 10.52684/2312-3702-2023-46-4-19-23

ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННОЙ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ НА ОСНОВЕ АЭРОГЕЛЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ЗДАНИЙ ЭЛЛИпсоИДНОЙ ФОРМЫ

А. В. Исанова, Е. Д. Кретова, В. И. Лукьяненко

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;

Лукьяненко Владимир Ильич, кандидат технических наук, доцент кафедры теоретической и промышленной теплоэнергетики, Воронежский государственный технический университет, г. Воронеж, Российская Федерация, тел.: +7 (920) 438-09-01; e-mail: lukanenko1@yandex.ru

В статье рассмотрено использование современной аэрогелевой теплоизоляции для утепления жилого здания эллипсоидной формы. Приведен комбинированный метод снижения тепловых потерь строения на основе архитектурно-планировочных и конструктивных решений. Данный способ являются наиболее энергоэффективными, и авторы данного исследования рассматривают доказательную базу этого утверждения. Определены геометрические и теплотехнические параметры эллипсоидального здания с заданным строительным объемом, рассчитаны его теплопотери при использовании аэрогелевой теплоизоляции. Проведен анализ изменения энергетических затрат на поддержание требуемых условий внутреннего микроклимата как для сферического, так