

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
Высшего образования
«ТЮМЕНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Строительный институт

Кафедра строительных конструкций

РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА №2
«Энергетический паспорт малоэтажного здания в г. Муром»

Выполнил: студент
группы ПГСб-20-7
Красницкий Д.Р.
Проверила:
Белявская О.Ш.

Тюмень, 2022

Содержание

Введение.....	3
1. Исходные данные.....	6
2. Энергетический паспорт здания.....	9
3. График распределения температур по слоям ограждающих конструкций.....	14
Заключение.....	15
Список литературы.....	17
Приложение А.....	18
Приложение Б.....	20
Приложение В.....	22
Приложение Г.....	30
Приложение Д.....	35
Приложение Е.....	37
Приложение Ж.....	38
Приложение З.....	39
Приложение И.....	40
Приложение К.....	41

					08.03.01.ПГСб-20-7 2022		
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дат</i>			
Разраб.		Красницкий			<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
Провер.		Белявская О.Ш.				2	41
Н. Контр.					Содержание		
Утверд.					ПГСб-20-7		

Введение

Энергетический паспорт здания - это нормативный документ, содержащий геометрические, энергетические и теплотехнические характеристики зданий и его частей (ограждающих конструкций, подвала, чердака и др.) и устанавливающий их соответствие требованиям нормативных документов.

Энергетический паспорт жилых и общественных зданий предназначен для подтверждения соответствия показателей энергетической эффективности и теплотехнических показателей здания показателям, установленным СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий». Разработка энергетического паспорта здания осуществляется в процессе проектирования новых, реконструируемых, капитально ремонтируемых жилых и общественных зданий, при приемке зданий в эксплуатацию, а также в процессе эксплуатации построенных зданий.

Ответственность за достоверность данных энергетического паспорта здания несет организация, которая осуществляет его заполнение. [5].

Для оценки достигнутой в проекте здания или в эксплуатируемом здании потребности в энергии на отопление и вентиляцию установлены следующие классы энергосбережения в % отклонения расчетной удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания от нормируемой (базовой) величины.

Проектирование зданий с классами энергосбережения "D", "E" не допускается. Классы "A", "B", "C" устанавливаются для вновь возводимых и реконструируемых зданий на стадии разработки проектной документации. Впоследствии при эксплуатации класс энергосбережения здания должен быть уточнен в ходе энергетического обследования. С целью увеличения доли зданий с классами "A", "B" субъекты Российской Федерации должны применять меры по экономическому стимулированию как к участникам строительного процесса, так и к эксплуатирующим организациям.

					<i>Введение</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дат</i>		3

Присвоение зданию классов "B" и "A" производится только при условии включения в проект следующих обязательных энергосберегающих мероприятий:

- устройство индивидуальных тепловых пунктов, снижающих затраты энергии на циркуляцию в системах горячего водоснабжения и оснащенных автоматизированными системами управления и учета потребления энергоресурсов, горячей и холодной воды;
- применение энергосберегающих систем освещения общедомовых помещений, оснащенных датчиками движения и освещенности;
- применение устройств компенсации реактивной мощности двигателей лифтового хозяйства, насосного и вентиляционного оборудования.

Обозначение класса	Наименование класса	Величина отклонения расчетного (фактического) значения удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания от нормируемого, %	Рекомендуемые мероприятия, разрабатываемые субъектами РФ
При проектировании и эксплуатации новых и реконструируемых зданий			
A++	Очень высокий	Ниже -60	Экономическое стимулирование
A+		От -50 до -60 включительно	
A		От -40 до -50 включительно	
B+	Высокий	От -30 до -40 включительно	Экономическое стимулирование
B		От -15 до -30 включительно	
C+	Нормальный	От -5 до -15 включительно	Мероприятия не разрабатываются
C		От +5 до -5 включительно	
C-		От +15 до +5 включительно	
При эксплуатации существующих зданий			
D	Пониженный	От +15, 1 до +50 включительно	Реконструкция при соответствующем экономическом обосновании
E	Низкий	Более +50	Реконструкция при соответствующем экономическом обосновании, или снос

Рисунок 1 – Классы энергосбережения

Энергосбережение представляет собой процесс рационального использования энергоресурсов и вовлечения в хозяйственный оборот возобновляемых источников энергии в целях обеспечения энергоэффективного экономического развития и повышения

благополучия населения страны и ее регионов, а также сохранения экосистемы и невозобновляемых энергетических ресурсов для будущих поколений. Энергосбережение не относится к тем процессам, в которых происходит принудительное ограничение объемов использования энергоресурсов.

Под государственной политикой энергосбережения будем понимать комплекс мер, направленных на правовое, организационное, финансово-экономическое регулирование деятельности в области энергосбережения. Реализация государственной политики управления энергосбережением должна привести к созданию экономической заинтересованности хозяйствующих субъектов в эффективном использовании имеющегося потенциала энергосбережения, прежде всего за счет инвестирования энергосберегающих проектов.

В отношении зданий, строений и сооружений требования энергетической эффективности устанавливаются не напрямую Федеральным законом, а федеральным органом исполнительной власти в соответствии с правилами, утвержденными Правительством Российской Федерации. Также законодателем в Федеральном законе №261-ФЗ установлены специфические требования к проведению энергетического обследования. При этом энергетическое обследование должно проводиться только лицами, являющимися членами саморегулируемых организаций. Саморегулируемые организации - это некоммерческие организации, созданные в целях, предусмотренных Федеральным законом от 01.12.2007г. № 315-ФЗ «О саморегулируемых организациях» и другими федеральными законами, основанные на членстве, объединяющие субъектов предпринимательской деятельности исходя из единства отрасли производства товаров (работ, услуг) или рынка произведенных товаров (работ, услуг) либо объединяющие субъектов профессиональной деятельности определенного вида. [4]

					<i>Введение</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дат</i>		5

1. Исходные данные

- Район строительства – г. Муром;
- Группа здания – жилая;
- Расчетная средняя температура внутреннего воздуха жилого здания, $t_e = 20$ °С [5»];
- Относительная влажность внутреннего воздуха жилого здания, $\varphi_e = 45\%$ (ГОСТ 30494-2011 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях»);
- Расчетная температура наружного воздуха в холодный период года, °С, принимаемая равной средней температуре наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92, $t_n = -28$ °С [1»];

Расчетный коэффициент теплопроводности материала слоев О.К. λ , Вт/(м·°С), принимаем из условия эксплуатации О.К., которое определяем по влажностному режиму помещения и зоне влажности района строительства [4] Влажностный режим помещения при $t_e = 20$ °С и $\varphi_e = 45\%$ сухой.

Сухому влажностному режиму помещения и сухой зоне района строительства соответствует условие эксплуатации О.К.- А [4]

Тепловая оболочка здания должна отвечать следующим требованиям:

а) приведенное сопротивление должно быть не меньше нормируемых значений (поэлементное требование);

б) удельная теплозащитная характеристика здания должна быть не больше нормируемого значения (комплексное требование);

в) Температура на внутренних поверхностях ограждающих конструкций должна быть не ниже минимально допустимых значений. Требования тепловой защиты здания будут выполнены при одновременном выполнении требований а, б и в.

					<i>Исходные данные</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

Таблица 1 – Конструкция наружной стены

№	Материал	Толщина δ , м	Теплопроводность λ , Вт/(м ² ·°С)
1	Раствор известково-песчаный	0,01	0,81
2	Утеплитель ROCKWOOL ЛАЙТ БАТС	x	0,041
3	Газобетон ($\rho=400\text{кг/м}^3$)	0,4	0,15

6

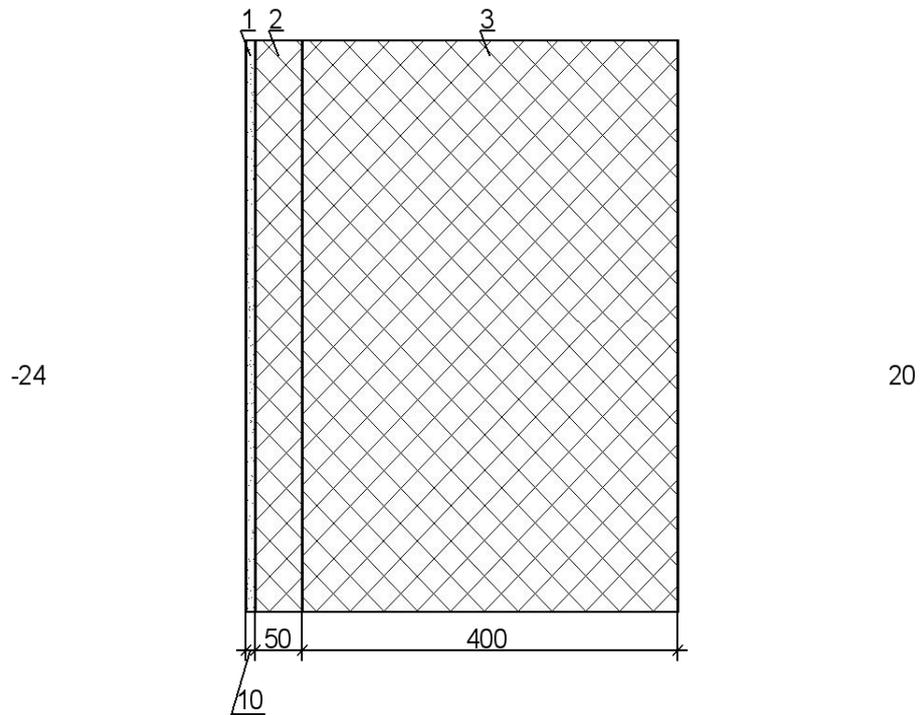


Рисунок 2 – Схема наружной стены

					<i>Исходные данные</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

Таблица 2 – Конструкция чердачного перекрытия

№	Материал	Толщина δ , м	Теплопроводность λ , Вт/(м ² ·°С)
1	Железобетонная многпустотная плита	0,22	2,04
2	Гидроизоляция - изоспан	0,01	0,05
3	Утеплитель - Rockwool	x	0,041
4	Гидроизоляция - изоспан	0,01	0,05
5	Цементно-песчаная стяжка	0,02	0,93

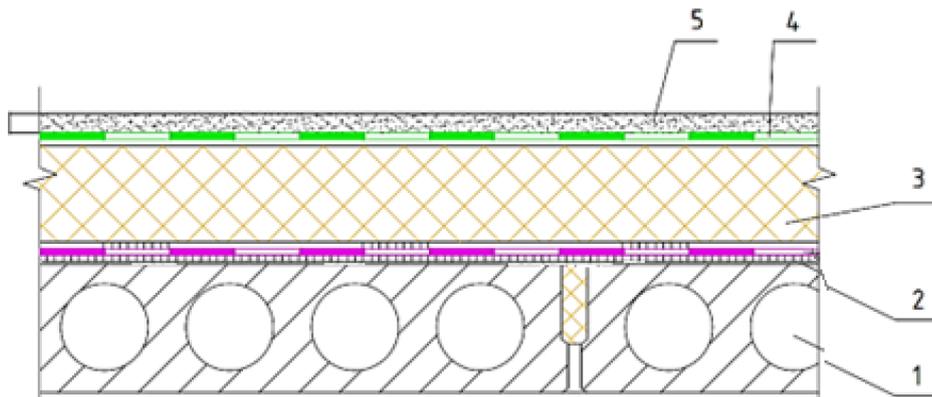


Рисунок 3 – Схема чердачного перекрытия

Таблица 3 – Конструкция пола первого этажа

№	Материал	Толщина δ , м	Теплопроводность λ , Вт/(м ² ·°С)
1	Железобетонная многпустотная плита	0,22	2,04
2	Гидроизоляция - изоспан	0,01	0,05
3	Утеплитель – Rockwool	x	0,041
4	Гидроизоляция - изоспан	0,01	0,05
5	Цементно-песчаная стяжка	0,02	0,93

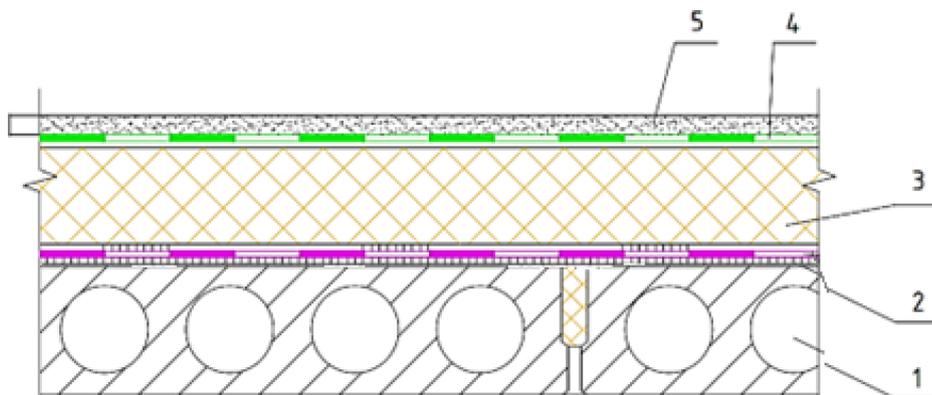


Рисунок 4 – Схема пола первого этажа

2. Энергетический паспорт здания

1. Общая информация

Дата заполнения (число, месяц, год)	23.10.2022.
Адрес здания	г. Муром, ул. Расковая, 26
Разработчик проекта	Красницкий Дмитрий Романович
Адрес и телефон разработчика	Krasnitskydima17@gmail.com, 89048883916
Шифр проекта	001-13 ЭП
Назначение здания, серия	Малоэтажный жилой дом
Этажность, количество секций	2 этаж
Количество квартир	-
Расчетное количество жителей или служащих	6 человек
Размещение в застройке	Отдельно стоящее здание
Конструктивное решение	Бескаркасное (стенное)

2. Расчетные условия

Наименование расчетных параметров	Обозначение параметра	Единица измерения	Расчетное значение
1 Расчетная температура наружного воздуха для проектирования теплозащиты	t_n	°C	-28
2 Средняя температура наружного воздуха за отопительный период	t_{om}	°C	-3,6
3 Продолжительность отопительного периода	z_{om}	Сут/год	206
4 Градусо-сутки отопительного периода	ГСОП	°C·сут/год	4861,6
5 Расчетная температура внутреннего воздуха для проектирования теплозащиты	t_v	°C	20
6 Расчетная температура чердака	$t_{черд}$	°C	+5
7 Расчетная температура техподполья	$t_{подп}$	°C	-

3. Показатели геометрические

Показатель	Обозначение и единица измерения	Расчетное проектное значение	Фактическое значение
8 Сумма площадей этажей здания	$A_{om}, \text{ м}^2$	302,24	-
9 Площадь жилых помещений	$A_{жс}, \text{ м}^2$	258,08	-
10 Расчетная площадь (общественных зданий)	$A_p, \text{ м}^2$	-	-
11 Отапливаемый объем	$V_{от}, \text{ м}^3$	1548,48	-
12 Коэффициент остекленности фасада здания	f	9,9	-
13 Показатель компактности здания	$K_{комп}$	0,392	-
14 Общая площадь наружных ограждающих конструкций здания, в том числе:	$A_{сум\ и}, \text{ м}^2$	607,04	-
фасадов	$A_{фас}$	-	-
стен (раздельно по типу конструкции)	$A_{ст}$	262,354	-
окон и балконных дверей	$A_{ок.1}$	30,07	-
витражей	$A_{ок.2}$	-	-
фонарей	$A_{ок.3}$	-	-
окон лестнично-лифтовых узлов	$A_{ок.4}$	-	-
балконных дверей наружных переходов	$A_{дв}$	-	-
входных дверей и ворот (раздельно)	$A_{дв}$	12,376 (3,376+9)	-
покрытий (совмещенных)	$A_{покp}$	-	-
чердачных перекрытий	$A_{черд}$	131,44	-
перекрытий "теплых" чердаков (эквивалентная)	$A_{черд.т}$	-	-
перекрытий над техническими подпольями или над неотапливаемыми подвалами (эквивалентная)	$A_{цок1}$	170,8	-
перекрытий над проездами или под эркерами	$A_{цок2}$	-	-
стен в земле и пола по грунту (раздельно)	$A_{цок3}$	-	-

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат
------	------	----------	---------	-----

4. Показатели теплотехнические

Показатель	Обозначение и единица измерения	Нормируемое значение	Расчетное проектное значение	Фактическое значение
15 Приведенное сопротивление теплопередаче наружных ограждений, в том числе:	R_o^{np} , м ² ·°С/Вт	13,42	15,29	-
стен (раздельно по типу конструкции)	R_o^{np} , ст	3,10	4,05	-
окон и балконных дверей	R_o^{np} , ок1	0,51	0,58	-
вitraжей	R_o^{np} , ок2	-	-	-
фонарей	R_o^{np} , ок3	-	-	-
окон лестнично-лифтовых узлов	R_o^{np} , ок4	-	-	-
балконных дверей	R_o^{np} , дв	-	-	-
наружных переходов				
входных дверей и ворот (раздельно)	R_o^{np} , дв	1,63	1,81	-
покрытий (совмещенных)	R_o^{np} , покр	-	-	-
чердачных перекрытий	R_o^{np} , черд	4,09	4,38	-
перекрытий "теплых" чердаков (эквивалентное)	R_o^{np} , черд.т	-	-	-
перекрытий над техническими подпольями или над неотапливаемыми подвалами (эквивалентное)	R_o^{np} , цок1	4,09	4,47	-
перекрытий над проездами или под эркерами	R_o^{np} , цок2	-	-	-
стен в земле и пола по грунту (раздельно)	R_o^{np} , цок3	-	-	-

5. Показатели вспомогательные

Показатель	Обозначение показателя и единицы измерения	Нормируемое значение показателя	Расчетное проектное значение показателя
16 Общий коэффициент теплопередачи здания	$K_{общ}$, Вт/(м ² ·°C)	-	0,134
17 Средняя кратность воздухообмена здания за отопительный период при удельной норме воздухообмена	n_v , ч ⁻¹	-	0,73
18 Удельные бытовые тепловыделения в здании	$q_{быт}$, Вт/м ²	-	10,58
19 Тарифная цена тепловой энергии для проектируемого здания	$C_{тепл}$, руб/кВт·ч	-	5,19

6. Удельные характеристики

Показатель	Обозначение показателя и единицы измерения	Нормируемое значение показателя	Расчетное проектное значение показателя
20 Удельная теплозащитная характеристика здания	$k_{об}$, Вт/(м ³ ·°C)	0,343	0,053
21 Удельная вентиляционная характеристика здания	$k_{вент}$, Вт/(м ³ ·°C)	-	0,228
22 Удельная характеристика бытовых тепловыделений здания	$k_{быт}$, Вт/(м ³ ·°C)	-	0,075
23 Удельная характеристика тепlopоступлений в здание от солнечной радиации	$k_{рад}$, Вт/(м ³ ·°C)	-	0,0042

Таблица 7.

Коэффициенты

Показатель	Обозначение показателя и единицы измерения	Нормативное значение показателя
24, 25 (Исключены, Изм. N 1).	-	-
26 Коэффициент эффективности рекуператора	$k_{эф}$	0
27, 28 (Исключены, Изм. N 1).	-	-

Таблица 8.

Комплексные показатели расхода тепловой энергии

№ п/п	Показатель	Обозначение показателя и единицы измерения	Значение показателя
29.	Расчетная удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период	$q_{от}^p$, Вт/(м ³ ·°С)	0,57
30.	Нормируемая удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период	$q_{от}^{np}$, Вт/(м ³ ·°С)	0,378
31.	Класс энергосбережения	Е	Низкий
32.	Соответствует ли проект здания нормативному требованию по теплозащите		Нет

Таблица 9.

Энергетические нагрузки здания

№ п/п	Показатель	Обозначение	Единица измерений	Значение показателя
33.	Удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период	q	кВт·ч/(м ³ ·год)	66,5
			кВт·ч/(м ² ·год)	340,71
34.	Расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период	$Q_{от}^{год}$	кВт·ч/(год)	102984,28
35.	Общие теплопотери здания за отопительный период	$Q_{общ}^{год}$	кВт·ч/(год)	103164,95

3. График распределения температур по слоям ограждающих конструкций.

Расчёт температур в толще ограждения.

При проектировании и выборе конструкций ограждения необходимо знать распределение температуры в его толще и на поверхности. Это дает возможность определить условия конденсации влаги в толще конструкции, правильно назначить место расположения пароизоляционных слоёв. Рассчитать температуру в любом слое ограждения можно по формуле.

$$\tau_n = t_e - \frac{t_e - t_n}{R_0} \left(\frac{1}{\alpha_e} + \sum_{n-1} R_t \right),$$

где τ_n – температура на внутренней поверхности n-го слоя ограждения (нумерация ведется от внутренней поверхности);

$\sum_{n-1} R_t$ – сумма термических сопротивлений n-1 слоев ограждения.

Эту формулу можно записать в виде равенства

$$\frac{t_e - \tau_n}{R_e + \sum_{n-1} R_t} = \frac{t_e - t_n}{R_0},$$

из которого следует, что падение температуры прямо пропорционально изменению термического сопротивления в ограждении. Это положение лежит в основе более простого и наглядного графического метода определения температур в толще ограждения. На горизонтальной оси, соответствующей нулевой температуре, откладывают последовательно в некотором масштабе все термические сопротивления, начиная с $1/\alpha_e$ и кончая $1/\alpha_n$. Сумма всех отрезков дает величину сопротивления теплопередаче ограждения по всей толще. Через полученные точки проводят вертикальные линии и на крайних отмечают отрезки, соответствующие температурам внутреннего и наружного воздуха. Положительные температуры откладывают вверх от горизонтальной оси, а отрицательные - вниз. Полученные точки 1 и 2 соединяют прямой наклонной линией. Точки пересечения этой прямой с вертикалями дают

					График распределения температур по слоям ограждающей конструкции	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

отрезки, выражающие величины температур на границах слоев ограждения.

					<i>График распределения температур по слоям ограждающей конструкции</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дат</i>		

Заключение

В результате составления энергетического паспорта здания в городе Муром было выявлено, что данное здание по энергосбережению относится к Е классу (Низкому). Класс энергосбережения – это показатель, по которому определяется, насколько дом эффективно расходует (сберегает) энергию в процессе эксплуатации. В данном случае, низкий класс показывает, что здание потребляет на 50,8% энергии больше, чем «нормальное» усредненное здание. У нормального класса отклонение расчетного значения удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания от нормируемого находится в промежутке от – 15 до -30 включительно. Рекомендуемое мероприятие – реконструкция при соответствующем экономическом обосновании.

В соответствии с требованиями СП 50.13330.2012 [4]теплозащитная оболочка здания должна отвечать следующим требованиям:

Требование А – приведенное сопротивление теплопередачи отдельных ограждающих конструкций должно быть не меньше нормируемых значений $R_o \geq R_o^{норм}$:

Для стены: $R_o^{расч} = 4,05 (м\ddot{о} \ddot{о} 2 \cdot ^\circ C / Вт) > R_o^{норм} = 3,10 (м\ddot{о} \ddot{о} 2 \cdot ^\circ C / Вт)$. $\ddot{о} \ddot{о}$

Условие выполняется.

Для цокольного перекрытия:
 $R_o^{расч} = 4,47 (м\ddot{о} \ddot{о} 2 \cdot ^\circ C / Вт) > R_o^{норм} = 4,09 (м\ddot{о} \ddot{о} 2 \cdot ^\circ C / Вт)$. $\ddot{о} \ddot{о}$ Условие выполняется.

Для чердачных покрытий:
 $R_o^{расч} = 4,38 (м\ddot{о} \ddot{о} 2 \cdot ^\circ C / Вт) > R_o^{норм} = 4,09 (м\ddot{о} \ddot{о} 2 \cdot ^\circ C / Вт)$. $\ddot{о} \ddot{о}$ Условие выполняется.

Для окон: $R_o^{расч} = 0,58 (м\ddot{о} \ddot{о} 2 \cdot ^\circ C / Вт) > R_o^{норм} = 0,51 (м\ddot{о} \ddot{о} 2 \cdot ^\circ C / Вт)$. $\ddot{о} \ddot{о}$ Условие выполняется.

Для входных дверей:
 $R_o^{расч} = 1,81 (м\ddot{о} \ddot{о} 2 \cdot ^\circ C / Вт) > R_o^{норм} = 1,63 (м\ddot{о} \ddot{о} 2 \cdot ^\circ C / Вт)$. $\ddot{о} \ddot{о}$ Условие выполняется.

					Заклучение	Лист
						15
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

Требование Б – удельная теплозащитная характеристика здания должна быть не больше нормируемого значения $q_o^p \leq q_o^{mp}$

$$q_o^p = 0,57 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{°C} ; \leq q_o^{mp} = 0,378 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{°C}$$

Условие не выполняется.

Требование В – температура внутренних поверхностей ограждающих конструкций должна быть не ниже минимально допустимых значений $t_{вн. см} > t_d$

Температура точки росы равна $t_d = 7,72 \text{°C}$ по приложению Р СП 23-101-2004 [3] в зависимости от влажности воздуха $\varphi = 45\%$ внутренней температуры $t_e = 20 \text{°C}$

Точка росы t_d есть та температура, при которой воздух данной влажности достигает полного насыщения водяным паром. Если продолжать охлаждение воздуха ниже точки росы, то упругость водяного пара, содержащегося в нем, будет понижаться соответственно значениям для данной температуры и излишнее количество влаги будет конденсироваться, т.е. превращаться в капельножидкое состояние.

При нормальных условиях эксплуатации здания степень увлажнения ограждения за зимний период года зависит от начального влажностного состояния материала ограждения и от конструктивного решения ограждений. Для уменьшения влагонакопления следует ограничивать доступ водяного пара в толщу ограждения и облегчить выход его из ограждения в воздушную среду, а также следует смещать температурное поле в сторону наружной поверхности ограждения.

По результатам выполнения графика распределения температур по слоям ограждающих конструкций (наружная стена), точка росы находится в толще газобетона. Происходит выпадение конденсата в конструкции ограждения, следовательно, утеплитель смонтирован неправильно или неправильно выбрана толщина утеплителя.

					Заключение	Лист
						16
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

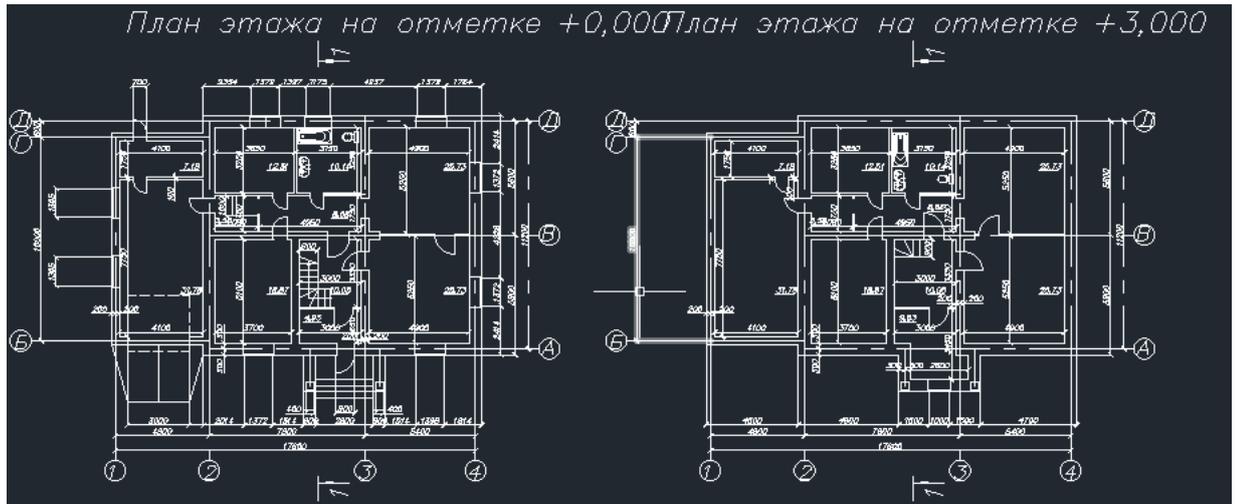
Список литературы

1. СП 131.13330.2020. «Строительная климатология» (таблица 3.1 стр. 4, таблица 4.1 стр. 30, таблица 5.1 стр. 54), НИИСФ РААСН, 2021.
2. СНиП 2.01.01-82 «Строительная климатология и геофизика» (приложение 2 стр. 53, приложение 3 стр. 69), 1984
3. СП 23-101-2004. «Проектирование тепловой защиты зданий» (приложение С), НИИСФ РААСН, 2004
4. СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий»
5. ГОСТ 31427-2020 «Здания жилые и общественные»

					Список литературы	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		17

Приложение Б

Расчет геометрических показателей



$$A_{от} = 302,24 \text{ м}^2$$

$$A_{ж} = 258,09 \text{ м}^2$$

Рисунок Б.1 – Площадь $A_{от}$

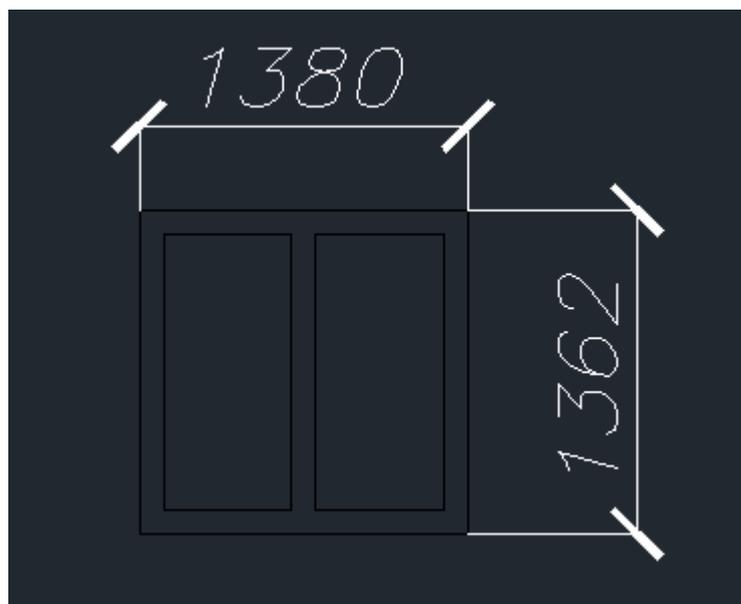


$$V_{от} = A_{ж} * h = 258,08 * 6 = 1548,48 \text{ м}^3$$

$$K_{комп} = A_{н} / V_{от} = 607,04 / 1548,48 = 0,392$$

$$f = A_{окон} / A_{стен} + A_{окон} + A_{дв} = 30,07 / 262,354 + 30,07 + 12,376 = 9,9\%$$

Рисунок Б.2 – Высота от пола 1 этажа до потолка 2 этажа



$$S_{\text{окна}}=a*b=1,362*1,380=1,87956\text{м}^2$$

Рисунок Б.3 – Площадь окна

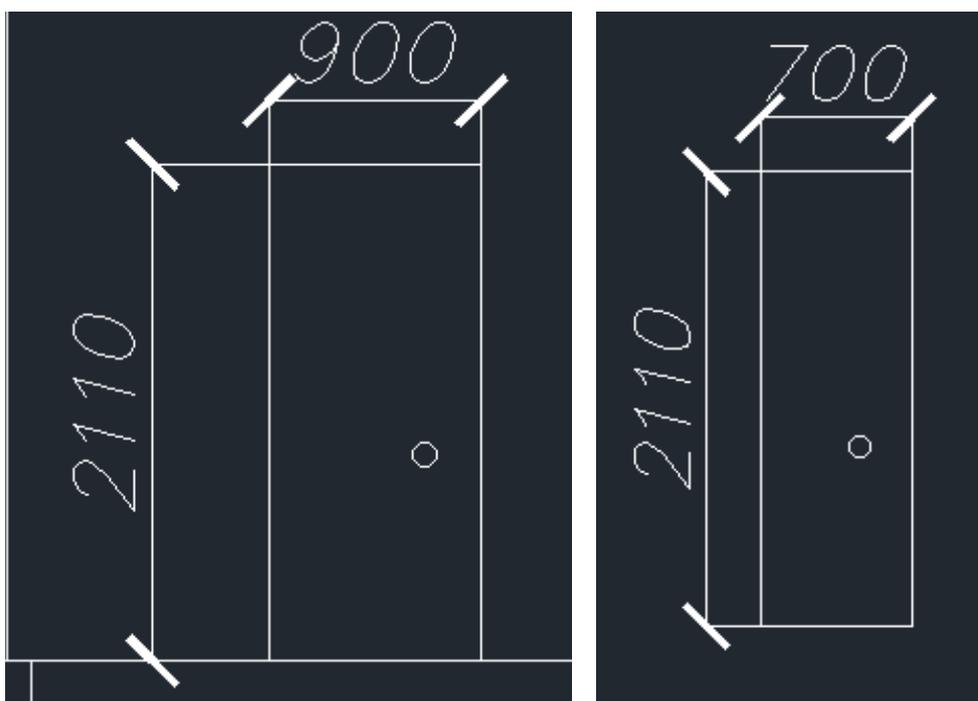


Рисунок Б.4 – Площадь входной двери

$$S_{\text{двери1}}=a*b=2,11*0,9=1,899\text{м}^2$$

$$S_{\text{двери2}}=a*b=2,11*0,7=1,477\text{м}^2$$

$$S_{\text{дв.гаража}}=3,0*3,0=9,0\text{м}^2$$

Расчет теплотехнических показателей

В.1 Расчет тепловой защиты наружной стены.

Определим толщину утеплителя для данного района строительства, для этого предварительно определим градусо-сутки отопительного периода ГСОП, $^{\circ}\text{C} \cdot \text{сут}$, по формуле:

$$GCOI = (t_e - t_{om}) \cdot z_{om} \quad (B.1)$$

где t_e – расчетная средняя температура внутреннего воздуха жилого здания, $^{\circ}\text{C}$, (ГОСТ 30494-2011 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях»);

t_{om} – средняя температура наружного воздуха, $^{\circ}\text{C}$, отопительного периода, принимаемая для периода среднесуточной температуры наружного воздуха не более 8°C , $t_{om} = -10,6^{\circ}\text{C}$, (СП 131.13330.2020 «Строительная климатология»);

z_{om} – продолжительность, сут, отопительного периода, принимаемая для периода со среднесуточной температурой наружного воздуха не более 8°C , $z_{om} = 210 \text{сут}$ (СП 131.13330.2020 «Строительная климатология»).

$$GCOI = (t_e - t_{om}) \cdot z_{om} = \dot{Q}$$

По значению ГСОП (СП 50.13330-2012 «Тепловая защита зданий», табл. 3 (для стены жилого здания)) определим нормируемое значения

сопротивления R_0^{norm} , $\left[\frac{\text{M}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}}{\text{Bm}} \right]$:

$$R_0^{norm} = R_0^{mp} \cdot m_p, \left[\frac{\text{M}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}}{\text{Bm}} \right] \quad (B.2)$$

m_p – коэффициент, учитывающий особенности района строительства ($m_p = 1 \dot{Q}$).

R_0^{mp} – базовое значение требуемой теплопередачи, определяется методом интерполяции:

Градусо-сутки отопительного периода, $\left[\frac{M^2 \cdot ^\circ C}{Bm} \right]$	4000	Базовые значения требуемой теплопередачи, $\left[\frac{M \cdot ^\circ C}{Bm} \right]$, ограждающих конструкций	2,8
	4861,6		x
	6000		3,5

$$R_{0cm}^{np} = 3,10 \left[\frac{M \cdot ^\circ C}{Bm} \right], \text{ следовательно}$$

$$R_{0cm}^{norm} = 3,10 \cdot 1 = 3,10 \left[\frac{M \cdot ^\circ C}{Bm} \right].$$

Далее определяем толщину утеплителя заданной многослойной ограждающей конструкции исходя из условия $R_{0cm}^{расч} \geq R_{0cm}^{norm}$

$$R_{0cm}^{расч} = R_e + \sum R_k + R_n, \left[\frac{M^2 \cdot ^\circ C}{Bm} \right] \quad (B.3)$$

где R_e – сопротивление теплопередачи внутренней поверхности ограждающей конструкции.

$$R_e = \frac{1}{\alpha_e} = \frac{1}{8,7} = 0,115, \left[\frac{M^2 \cdot ^\circ C}{Bm} \right] \quad (B.4)$$

где α_e – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции, $\left[\frac{Bm}{M^2 \cdot ^\circ C} \right]$;

$\alpha_e = 8,7 \left[\frac{Bm}{M^2 \cdot ^\circ C} \right]$ для стен, полов, гладких потолков, потолков с выступающими ребрами при отношении высоты ребер к расстоянию, между гранями соседних ребер меньше 0,3.

R_n – сопротивление теплопередачи наружной поверхности ОК

$$R_n = \frac{1}{\alpha_n} = \frac{1}{23} = 0,044 \left[\frac{M^2 \cdot ^\circ C}{Bm} \right] \quad (B.5)$$

где α_n – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ОК, $\left[\frac{Bm}{M^2 \cdot ^\circ C} \right]$;

$\alpha_n = 23 \left[\frac{Вт}{м^2 \cdot ^\circ C} \right]$ для наружных стен, покрытий, перекрытий над проездами и над холодными (без ограждающих стенок) подпольями Северной строительной-климатической зоне.

Подставляя все данные в формулу (В.3), получим:

$$R_0^{расч} = R_в + \sum R_K + R_n = R_в + R_1 + R_2 + R_3 + R_n = \frac{1}{\alpha_в} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{1}{\alpha_n}$$

Подставляя числовые значения и учитывая, что $R_0^{расч} \geq R_0^{норм}$ получим:

$$R_{0cm}^{расч} \geq R_{0cm}^{норм} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,81} + \frac{x}{0,041} + \frac{0,4}{0,15} + \frac{1}{23} = 3,10 \left[\frac{м^2 \cdot ^\circ C}{Вт} \right]$$

Из полученного уравнения выражаем x :

$$x = 0,01 м$$

Округляя до ближайшей промышленной толщины, принимаем $x = 50 мм = 0,05 м$.

$$R_{0cm}^{расч} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,81} + \frac{0,05}{0,041} + \frac{0,4}{0,15} + \frac{1}{23} = 4,05 \left[\frac{м^2 \cdot ^\circ C}{Вт} \right]$$

Общая толщина наружной стены составляет:

$$\delta_{нс} = \delta_1 + \delta_2 + \delta_3 + \delta_4 + \delta_5 \tag{В.7}$$

$$\delta_{нс} = 10 + 50 + 400 = 460 мм,$$

$$\text{Т.к. } R_0^{расч} = 4,05 \left[\frac{м^2 \cdot ^\circ C}{Вт} \right] \geq R_0^{норм} = 3,10 \left[\frac{м^2 \cdot ^\circ C}{Вт} \right] - \text{Условие выполняется.}$$

В.2 Расчет тепловой защиты чердачного перекрытия

$$ГСОП = (t_в - t_{ом}) \cdot z_{ом} = \dot{q}$$

Определим нормируемое значения сопротивления $R_0^{норм}$, $\left[\frac{м^2 \cdot ^\circ C}{Вт} \right]$ по формуле:

$$R_{0черд}^{норм} = a \cdot ГСОП + b = 0,00045 \cdot 4861,6 + 1,9 = 4,09 \left[\frac{м^2 \cdot ^\circ C}{Вт} \right] \tag{В.8}$$

Значения a и b определяем по таблице «Базовые значения требуемого сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций» в СП 50.13330.2012.

Далее определяем толщину утеплителя заданной многослойной ограждающей конструкции исходя из условия $R_{0\text{черд}}^{\text{расч}} \geq R_{0\text{черд}}^{\text{норм}}$

$$R_{0\text{черд}}^{\text{расч}} = R_{\text{в}} + \sum R_{\text{к}} + R_{\text{н}}, \left[\frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}} \right]$$

где $R_{\text{в}}$ – сопротивление теплопередачи внутренней поверхности ограждающей конструкции.

$$R_{\text{в}} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} = \frac{1}{8,7} = 0,115 \left[\frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}} \right]$$

где $\alpha_{\text{в}}$ – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции, $\left[\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{°C}} \right]$;

$$\alpha_{\text{в}} = 8,7 \left[\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{°C}} \right] \text{ для стен, полов, гладких потолков, потолков с}$$

выступающими ребрами при отношении высоты ребер к расстоянию, между гранями соседних ребер меньше 0,3.

$R_{\text{н}}$ – сопротивление теплопередачи наружной поверхности ОК

$$R_{\text{н}} = \frac{1}{\alpha_{\text{н}}} = \frac{1}{12} = 0,083 \left[\frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}} \right]$$

где $\alpha_{\text{н}}$ – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ОК, $\left[\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{°C}} \right]$;

$$\alpha_{\text{н}} = 12 \left[\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{°C}} \right] \text{ для перекрытий чердачный и над неотапливаемыми}$$

подвалами со световыми проемами в стенах, а также наружных стен с воздушной прослойкой, вентилируемой наружным воздухом.

Термическое сопротивление отдельных слоев ОК находим по формуле:

$$R_{\text{н}} = \frac{\delta_{\text{н}}}{\lambda_{\text{н}}}$$

Подставляя все данные в формулу (В.3), получим:

$$R_{0\text{черд}}^{\text{расч}} = R_{\text{в}} + \sum R_{\text{к}} + R_{\text{н}} = R_{\text{в}} + R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 + R_{\text{н}} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{x}{\lambda_3} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{\delta_5}{\lambda_5} + \frac{1}{\alpha_{\text{н}}}$$

Подставляя числовые значения и учитывая, что $R_{0\text{черд}}^{\text{расч}} \geq R_{0\text{черд}}^{\text{норм}}$ получим:

$$R_0^{расч} \geq R_0^{норм} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,22}{2,04} + \frac{0,01}{0,05} + \frac{x}{0,041} + \frac{0,01}{0,05} + \frac{0,02}{0,93} + \frac{1}{12} = 4,09 \left[\frac{м^2 \cdot ^\circ C}{Вт} \right]$$

Из полученного уравнения выражаем x :

$$x = 0,14596 м$$

Округляя до ближайшей промышленной толщины, принимаем $x = 150 \text{ мм} = 0,15 м$.

$$R_{0\text{черд}}^{расч} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,22}{2,04} + \frac{0,01}{0,05} + \frac{0,15}{0,041} + \frac{0,01}{0,05} + \frac{0,02}{0,93} + \frac{1}{12} = 4,38 \left[\frac{м^2 \cdot ^\circ C}{Вт} \right]$$

Общая толщина чердачного перекрытия составляет:

$$\delta_n = \delta_1 + \delta_2 + \delta_3 + \delta_4 + \delta_5$$

$$\delta_n = 220 + 10 + 150 + 10 + 20 = 410 \text{ мм} ,$$

$$\text{Т.к. } R_0^{расч} = 4,38 \left[\frac{м^2 \cdot ^\circ C}{Вт} \right] \geq R_0^{норм} = 4,09 \left[\frac{м^2 \cdot ^\circ C}{Вт} \right] - \text{Условие выполняется.}$$

В.3 Расчет тепловой защиты пола первого этажа

$$ГСОП = (t_{в} - t_{ом}) \cdot z_{ом} = \dot{q}$$

Определим нормируемое значения сопротивления $R_{0\text{цок}}^{норм}$, $\left[\frac{м^2 \cdot ^\circ C}{Вт} \right]$ по

формуле:

$$R_{0\text{цок}}^{норм} = a \cdot ГСОП + b = 0,00045 \cdot 4861,6 + 1,9 = 4,09 \left[\frac{м^2 \cdot ^\circ C}{Вт} \right]$$

Значения a и b определяем по таблице «Базовые значения требуемого сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций» в СП 50.13330.2012.

Далее определяем толщину утеплителя заданной многослойной ограждающей конструкции исходя из условия $R_0^{расч} \geq R_0^{норм}$

$$R_0^{расч} = R_{в} + \sum R_K + R_{н}, \left[\frac{м^2 \cdot ^\circ C}{Вт} \right]$$

где $R_{в}$ – сопротивление теплопередачи внутренней поверхности ограждающей конструкции.

$$R_{в} = \frac{1}{\alpha_{в}} = \frac{1}{8,7} = 0,115, \left[\frac{м^2 \cdot ^\circ C}{Вт} \right]$$

где α_6 – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции, $\left[\frac{Вт}{м^2 \cdot ^\circ C} \right]$;

$$\alpha_6 = 8,7 \left[\frac{Вт}{м^2 \cdot ^\circ C} \right] \text{ для стен, полов, гладких потолков, потолков с}$$

выступающими ребрами при отношении высоты ребер к расстоянию, между гранями соседних ребер меньше 0,3.

R_n – сопротивление теплопередачи наружной поверхности ОК

$$R_n = \frac{1}{\alpha_n} = \frac{1}{6} = 0,167 \left[\frac{м^2 \cdot ^\circ C}{Вт} \right]$$

где α_n – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ОК, $\left[\frac{Вт}{м^2 \cdot ^\circ C} \right]$;

$$\alpha_n = 6 \left[\frac{Вт}{м^2 \cdot ^\circ C} \right] \text{ для перекрытий над неотапливаемыми подвалами без}$$

световых проемов в стенах, расположенных выше уровня земли, и над неотапливаемыми техническими подпольями, расположенными ниже уровня земли.

Термическое сопротивление отдельных слоев ОК находим по формуле:

$$R_n = \frac{\delta_n}{\lambda_n}$$

Подставляя все данные в формулу (В.3), получим:

$$R_{0_{\text{оок}}}^{\text{расч}} = R_6 + \sum R_K + R_n = R_6 + R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 + R_n = \frac{1}{\alpha_6} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{x}{\lambda_3} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{\delta_5}{\lambda_5} + \frac{1}{\alpha_n}$$

Подставляя числовые значения и учитывая, что $R_0^{\text{расч}} \geq R_0^{\text{норм}}$ получим:

$$R_{0_{\text{оок}}}^{\text{расч}} \geq R_{0_{\text{оок}}}^{\text{норм}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,22}{2,04} + \frac{0,01}{0,05} + \frac{x}{0,041} + \frac{0,01}{0,05} + \frac{0,02}{0,93} + \frac{1}{6} = 4,09 \left[\frac{м^2 \cdot ^\circ C}{Вт} \right]$$

Из полученного уравнения выражаем x :

$$x = 0,13448 \text{ м}$$

Округляя до ближайшей промышленной толщины, принимаем $x = 150 \text{ мм} = 0,15 \text{ м}$.

$$R_{0_{цок}}^{расч} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,22}{2,04} + \frac{0,01}{0,05} + \frac{0,15}{0,041} + \frac{0,01}{0,05} + \frac{0,02}{0,93} + \frac{1}{6} = 4,47 \left[\frac{м^2 \cdot ^\circ C}{Вт} \right] \text{Общая}$$

толщина пола первого этажа составляет:

$$\delta_n = \delta_1 + \delta_2 + \delta_4 + \delta_6 + \delta_7$$

$$\delta_n = 220 + 10 + 150 + 10 + 20 = 410 \text{ мм},$$

$$\text{Т.к. } R_{0_{цок}}^{расч} = 4,47 \left[\frac{м^2 \cdot ^\circ C}{Вт} \right] \geq R_{0_{цок}}^{норм} = 4,09 \left[\frac{м^2 \cdot ^\circ C}{Вт} \right] - \text{Условие выполняется.}$$

В.4 Расчет тепловой защиты входной двери

Градусо-сутки, отопительного периода (ГСОП) следует определять по формуле:

$$ГСОП = (t_g - t_{om}) \cdot z_{om} = \dot{t}$$

Находимое требуемое термическое сопротивление ограждающей конструкции $R_{0_{дв}}^{норм}$, $\left[\frac{м^2 \cdot ^\circ C}{Вт} \right] \cdot \dot{t}$.

$$R_{0_{дв}}^{норм} = a \cdot ГСОП + b = 0,00035 \cdot 4449,6 + 1,4 = 1,63 \left[\frac{м^2 \cdot ^\circ C}{Вт} \right]$$



ООО «ЛЕРУА МЕРЛЕН ВОСТОК»
Магазин Леруа Мерлен Тюмень
Адрес: г. Тюмень, ул. Дмитрия Менделеева, д. 16
Кому: Морозова Надежда
Телефон: +79026924000
Адрес: не указан
email: mnv12.03.2002@yandex.ru

СЛМ-2022-10-0472146
от 25.10.2022 18:03
на № СЛМ-2022-10-0472146 от 25.10.2022 11:46

Здравствуйтесь, Надежда.

Заполнение всей площади полотна пенополистиролом 15кг/куб. м. с коэффициентом сопротивления теплопередаче 1,81 м²·°C/Вт обеспечивает показатели по тепло- и звукоизоляции. Легкость наполнителя исключает лишнюю нагрузку на петли.

$$R_{0_{дв}}^{расч} = 1,81 \left[\frac{м^2 \cdot ^\circ C}{Вт} \right]$$

$$\text{Т.к. } R_{0_{дв}}^{расч} = 1,81 \left[\frac{м^2 \cdot ^\circ C}{Вт} \right] \geq R_{0_{дв}}^{норм} = 1,63 \left[\frac{м^2 \cdot ^\circ C}{Вт} \right] - \text{Условие выполняется.}$$

В.5 Расчет тепловой защиты окна

Градусо-сутки, отопительного периода (ГСОП) следует определять по формуле:

$$ГСОП = (t_e - t_{om}) \cdot z_{om} = i$$

Находимое требуемое термическое сопротивление ограждающей конструкции R_{0}^{mp} , $\left[\frac{M^2, \text{ } ^\circ C}{Bm} \right] \cdot i$.

$$R_{0ок}^{норм} = a \cdot ГСОП + b = 0,000075 \cdot 4861,6 + 0,15 = 0,51 \left[\frac{M^2 \cdot \text{ } ^\circ C}{Bm} \right]$$



ООО «ЛЕРУА МЕРЛЕН ВОСТОК»
Магазин Леруа Мерлен Тюмень
Адрес: г. Тюмень, ул. Дмитрия Менделеева, д. 16
Кому: Морозова Надежда
Телефон: +79026924000
Адрес: не указан
email: mny12.03.2002@yandex.ru

СЛМ-2022-10-0437399
от 24.10.2022 19:21
на № СЛМ-2022-10-0437399 от 23.10.2022 16:26

Здравствуйтесь, Надежда.

Сопротивление теплопередаче у данного окна 0,58 м2 С/Вт. Так же другие характеристики вы можете увидеть на сайте Леруа Мерлен, вбив в поисковую строку артикул товара.

$$R_{0ок}^{расч} = 0,58 \left[\frac{M^2 \cdot \text{ } ^\circ C}{Bm} \right]$$

$$Т.к. R_{0ок}^{расч} = 0,58 \left[\frac{M^2 \cdot \text{ } ^\circ C}{Bm} \right] \geq R_{0ок}^{норм} = 0,51 \left[\frac{M^2 \cdot \text{ } ^\circ C}{Bm} \right] - \text{Условие выполняется.}$$

Расчет вспомогательных параметров

$K_{общ}$ – общий коэффициент теплопередачи здания, $\left[\frac{Вт}{м^2 \cdot ^\circ C} \right]$,

определяемый по формуле:

$$K_{общ} = \frac{1}{A_n^{сум}} \sum_i \left(n_{t,i} \cdot \frac{A_{\phi,i}}{R_{o,i}^{np}} \right) \quad (Г.1)$$

где $A_n^{сум}$ – сумма площадей (по внутреннему обмеру всех наружных ограждений теплозащитной оболочки здания, $[м^2]$;

$n_{t,i}$ – коэффициент, учитывающий отличие внутренней или наружной температуры у конструкции от принятых в расчете ГСОП.

$$n_{t,i} = \frac{t_{в}^i - t_{ом}^i}{t_{в} - t_{ом}} \quad (Г.2)$$

$$n_{t,ч} = \frac{t_{в} - t_{ом}}{t_{в} - t_{ом}} = \frac{5 - (-3,6)}{20 - (-3,6)} = 0,364 \text{ (чердак)}$$

$$n_{t,н} = \frac{t_{в} - t_{ом}}{t_{в} - t_{ом}} = \frac{0 - (-3,6)}{20 - (-3,6)} = 0,153 \text{ (пол первого этажа)}$$

$$n_t = 1 ;$$

$R_{o,i}^{np}$ – приведенное сопротивление теплопередаче i -го фрагмента теплозащитной оболочки здания, $\left[\frac{м^2 \cdot ^\circ C}{Вт} \right]$;

$A_{\phi,i}$ - площадь соответствующего фрагмента теплозащитной оболочки здания, $[м^2]$.

$$K_{общ} = \frac{1}{607,04} \cdot \left(1 \cdot \frac{262,354}{4,05} + 0,364 \cdot \frac{131,44}{4,38} + 0,153 \cdot \frac{170,8}{4,47} \right) = 0,134$$

Средняя кратность воздухообмена здания за отопительный период $n_{в}$, $[ч^{-1}]$, рассчитывается по суммарному воздухообмену за счет вентиляции и инфильтрации по формуле:

$$n_{в} = \frac{\frac{L_{вент} \cdot n_{вент}}{168} + \frac{G_{инф} \cdot n_{инф}}{168 \cdot \rho_{в}^{вент}}}{\beta_v \cdot V_{от}} \quad (Г.3)$$

где $L_{вент}$ – количество приточного воздуха в здание при неорганизованном притоке либо нормируемое значение при механической вентиляции, $\left[\frac{M^3}{ч} \right]$, равное для:

а) жилых зданий с расчетной заселенностью квартир менее 20 м² общей площади на человека - $3 A_{ж}$;

б) других жилых зданий - $0,35 \cdot n_{эп} \cdot A_{ж}$, но не менее 30 м; где m - расчетное число жителей в здании;

в) общественных и административных зданий принимают условно: для административных зданий, офисов, складов и супермаркетов - $4 A_p$; для магазинов шаговой доступности, учреждений здравоохранения, комбинатов бытового обслуживания, спортивных арен, музеев и выставок - $5 A_p$; для детских дошкольных учреждений, школ, среднетехнических и высших учебных заведений - $7 A_p$; для физкультурно-оздоровительных и культурно-досуговых комплексов, ресторанов, кафе, вокзалов - $10 A_p$,

$$L_{вент} = 3 \cdot A_{ж} = 3 \cdot 258,08 = 774,24 \left[\frac{M^3}{ч} \right]$$

$n_{вент}$ - число часов работы механической вентиляции в течение недели; 168 - число часов в неделе;

$G_{инф}$ – количество инфильтрующегося воздуха в здание через ограждающие конструкции, $\left[\frac{кг}{ч} \right]$.

Количество инфильтрующегося воздуха, поступающего в лестничную клетку жилого здания или в помещения общественного здания через неплотности заполнения проемов, полагая, что все они находятся на наветренной стороне, следует определять по формуле:

$$G_{инф} = \left(\frac{A_{ок}}{R_{и.ок}^{мп}} \right) \cdot \left(\frac{\Delta p_{ок}}{10} \right)^{\frac{1}{3}} + \left(\frac{A_{дв}}{R_{и.дв}^{мп}} \right) \cdot \left(\frac{\Delta p_{дв}}{10} \right)^{\frac{1}{2}}, \left[\frac{кг}{ч} \right]$$

(Г.4)

где $A_{ок}$ и $A_{дв}$ – соответственно суммарная площадь окон и балконных дверей и входных наружных дверей, $[м^2]$.

$R_{u.ок}^{mp}$ и $R_{u.дв}^{mp}$ – соответственно требуемое сопротивление воздухопроницанию окон и балконных дверей, и входных наружных дверей, $\left[\frac{M^2 \cdot ч}{кг} \right]$;

Сопротивление воздухопроницанию окон и балконных дверей жилых и общественных зданий а также окон и фонарей производственных зданий R_u , должно быть не менее нормируемого сопротивления воздухопроницанию R_u^{mp} , $\left[\frac{M^2 \cdot ч}{кг} \right]$, определяемого по формуле:

$$R_u^{mp} = \left(\frac{1}{G_n} \right) \left(\frac{\Delta p}{\Delta p_o} \right)^{\frac{2}{3}}$$

(Г.5)

Нормируемую поперечную воздухопроницаемость ограждающих конструкций следует принимать по таблице 9, СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий».

$G_n = 5$ – для окон;

$G_n = 7$ – для дверей

Разность давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях ограждающих конструкций Δp , [Па], следует определять по формуле:

$$\Delta p = 0,55 \cdot H \cdot (\gamma_n + \gamma_e) + 0,03 \cdot \gamma_n \cdot v^2 \quad (Г.6)$$

где H - расстояние от отметки 0.000 до конька + 300мм,

$H = 10,3 м$

γ_n и γ_e - удельный вес соответственно наружного и внутреннего воздуха, $\left[\frac{H}{M^3} \right]$, определяемый по формуле:

$$\gamma_n = \frac{3463}{273 + t_n}, \left[\frac{H}{M^3} \right]$$

(Г.7)

$$\gamma_e = \frac{3463}{273 + t_e}, \left[\frac{H}{M^3} \right]$$

(Г.8)

v - максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь, повторяемость которых составляет 16% и более, принимаемая по таблице 1* СП 131.13330 «Строительная климатология».

$$v = 3,6 \frac{M}{c};$$

$\Delta p_o = 10 \text{ Па}$ - разность давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях светопрозрачных ограждающих конструкций, при которой экспериментально определяется сопротивление воздухопроницанию конструкций выбранного типа R_u .

$$\Delta p_{ок} = 0,28 \cdot H \cdot (\gamma_n - \gamma_e) + 0,03 \cdot \gamma_e \cdot v^2, \text{ Па} \quad (\text{Г.9})$$

$$\gamma_{нок} = \frac{3463}{273 + t_{ом}} = \frac{3463}{273 + (-3,6)} = 12,85$$

$$\gamma_{вок} = \frac{3463}{273 + t_e} = \frac{3463}{273 + 20} = 11,82$$

$$\Delta p_{ок} = 0,28 \cdot 10,3 \cdot (12,85 - 11,82) + 0,03 \cdot 12,85 \cdot 3,6^2 = 7,97 \text{ Па}$$

$$\Delta p_{дв} = 0,55 \cdot H \cdot (\gamma_n - \gamma_e) + 0,03 \cdot \gamma_e \cdot v^2 \quad (\text{Г.10})$$

$$\gamma_{ндв} = \frac{3463}{273 + t_n} = \frac{3463}{273 + (-28)} = 14,13$$

$$\gamma_{вдв} = \frac{3463}{273 + t_e} = \frac{3463}{273 + 20} = 11,82$$

$$\Delta p_{дв} = 0,55 \cdot 10,3 \cdot (14,13 - 11,82) + 0,03 \cdot 14,13 \cdot 3,6^2 = 18,58 \text{ Па}$$

$n_{инф}$ - число часов учета инфильтрации в течение недели, ч, равное 168 для зданий с сбалансированной приточно-вытяжной вентиляцией и (168 - $n_{вент}$) для зданий, в помещениях которых поддерживается подпор воздуха во время действия приточной механической вентиляции;

$$n_{инф} = 168 \text{ ч}$$

$\rho_e^{вент}$ - средняя плотность приточного воздуха за отопительный период, $\frac{кг}{м^3}$.

$$\rho_e^{вент} = \frac{353}{273 + t_{ом}}, \left[\frac{кг}{м^3} \right]$$

(Г.11)

$$\rho_e^{вент} = \frac{353}{273 + (-3,6)} = 1,31 \left[\frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \right]$$

β_v - коэффициент снижения объема воздуха в здании, учитывающий наличие внутренних ограждающих конструкций. При отсутствии данных принимать $\beta_v = 0,85$.

$$R_{u,ок}^{mp} = \left(\frac{1}{G_n} \right) \left(\frac{\Delta p_{ок}}{\Delta p_o} \right)^{\frac{2}{3}} = \left(\frac{1}{5} \right) \left(\frac{7,97}{10} \right)^{\frac{2}{3}} = 0,172$$

$$R_{u,дв}^{mp} = \left(\frac{1}{G_n} \right) \left(\frac{\Delta p_{дв}}{\Delta p_o} \right)^{\frac{2}{3}} = \left(\frac{1}{7} \right) \left(\frac{18,58}{10} \right)^{\frac{2}{3}} = 0,216$$

$$G_{инф} = \left(\frac{30,07}{0,172} \right) \cdot \left(\frac{7,97}{10} \right)^{\frac{1}{3}} + \left(\frac{12,376}{0,216} \right) \cdot \left(\frac{18,58}{10} \right)^{\frac{1}{2}} = 240,19 \frac{\text{кг}}{\text{ч}}$$

$$n_e = \frac{\frac{774,24 \cdot 168}{168} + \frac{240,19 \cdot 168}{168 \cdot 1,31}}{0,85 \cdot 1548,48} = 0,73$$

$q_{быт}^{\square}$ - величина бытовых тепловыделений на 1 м² площади жилых помещений ($A_{ж}$) или расчетной площади общественного здания (A_p), $\left[\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2} \right]$, принимаемая для:

а) жилых зданий с расчетной заселенностью квартир менее 20 м² общей площади на человека $q_{быт}^{\square} = 17 \left[\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2} \right]$;

б) жилых зданий с расчетной заселенностью квартир 45 м² общей площади и более на человека $q_{быт}^{\square} = 10 \left[\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2} \right]$;

в) других жилых зданий - в зависимости от расчетной заселенности квартир по интерполяции величины $q_{быт}^{\square}$ между 17 и 10 $\left[\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2} \right]$;

г) для общественных и административных зданий бытовые тепловыделения учитываются по расчетному числу людей $\left(90 \left[\frac{\text{Вт}}{\text{чел}} \right] \right)$, находящихся в здании, освещения (по установочной мощности) и оргтехники $\left(10 \left[\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2} \right] \right)$ с учетом рабочих часов в неделю.

$A_{ж}$	$q_{быт}^{\square}$
---------	---------------------

$$q_{быт}^{\square} = 10,58$$

20	17
43,01	10,58
45	10

Цены (тарифы)
на электрическую энергию для населения и приравненных к нему
категорий потребителей по Владимирской области

№ п/п	Категория потребителей с разбивкой по ставкам и дифференциацией по зонам суток	Цена (тариф), руб./кВт·ч (с учётом НДС)			
		В пределах социальной нормы потребления электрической энергии (мощности) <2>		Сверх социальной нормы потребления электрической энергии (мощности) <2>	
		I полугодие	II полугодие	I полугодие	II полугодие
1	2	3	4	5	6
1	Население и приравненные к нему, за исключением населения и потребителей, указанных в строках 2 - 5: исполнители коммунальных услуг (товарищества собственников жилья, жилищно-строительные, жилищные или иные специализированные потребительские кооперативы либо управляющие организации), приобретающие электрическую энергию (мощность) для предоставления коммунальных услуг собственникам и пользователям жилых помещений и содержания общего имущества многоквартирных домов; наблюдатели (или уполномоченные ими лица), предоставляющие гражданам жилые помещения специализированного жилищного фонда, включая жилые помещения в общежитиях, жилые помещения маневренного фонда, жилые помещения в домах системы социального обслуживания населения, жилые помещения фонда для временного поселения вынужденных переселенцев, жилые помещения фонда для временного поселения лиц, признанных божественными, а также жилые помещения для социальной защиты отдельных категорий граждан, приобретающие электрическую энергию (мощность) для предоставления коммунальных услуг пользователям таких жилых помещений в объемах потребления электрической энергии населением и содержания мест общего пользования в домах, в которых имеются жилые помещения специализированного жилищного фонда; юридические и физические лица, приобретающие электрическую энергию (мощность) в целях потребления на коммунально-бытовые нужды в населенных пунктах и жилых зонах при возникших частях и рассчитывающиеся по договору энергоснабжения по показаниям общего прибора учета электрической энергии.				
1.1	Одноставочный тариф	4,94	5,19	5,91	6,21
1.2	Одноставочный тариф, дифференцированный по двум зонам суток <1>				
	Дневная зона (пиковая и полупиковая)	5,68	5,97	6,80	7,14
	Ночная зона	2,96	3,11	4,03	4,24
1.3	Одноставочный тариф, дифференцированный по трем зонам суток <1>				
	Пиковая зона	6,42	6,75	7,68	8,07
	Полупиковая зона	4,94	5,19	5,91	6,21

Рисунок Г.1 – Тарифная цена электроэнергии г. Муром

$$C_{\text{мен}} = 5,19 \left[\frac{\text{руб}}{\text{кВт} \cdot \text{ч}} \right] i$$

Приложение Д

Расчет удельных характеристик

V_{om}	ГСОП		
	3000	4861,6	5000
1200	0,449		0,356
1548,48		0,343	
2500	0,360		0,286

$$k_{об}^{норм} = 0,343 \frac{Вт}{м^3 \cdot ^\circ C}$$

$$k_{об}^{расч} = \frac{1}{V_{om}} \cdot \sum_i \left(n_{t,i} \cdot \frac{A_{ф,i}}{R_{o,i}^{np}} \right) = K_{комт} \cdot K_{общ}, \left[\frac{Вт}{м^3 \cdot ^\circ C} \right] \quad (Д.1)$$

$$k_{об}^{расч} = 0,392 \cdot 0,134 = 0,053 \frac{Вт}{м^3 \cdot ^\circ C}$$

$$k_{вент} = 0,28 \cdot c \cdot n_g \cdot \beta_v \cdot \rho_v^{вент} \cdot (1 - k_{эф}), \left[\frac{Вт}{м^3 \cdot ^\circ C} \right] \quad (Д.2)$$

где c – удельная теплоемкость воздуха, равная $1 \frac{кДж}{кг \cdot ^\circ C}$

β_v – коэффициент снижения объема воздуха в здании, учитывающий наличие внутренних ограждающих конструкций. Принять $\beta_v = 0,85$;

$\rho_v^{вент}$ – средняя плотность приточного воздуха за отопительный период, $\frac{кг}{м^3}$;

$k_{эф}$ – коэффициент эффективности рекуператора;

Коэффициент эффективности рекуператора отличен от нуля в том случае, если: средняя воздухопроницаемость квартир жилых и помещений общественных зданий (при закрытых приточно-вытяжных вентиляционных отверстиях) обеспечивает в период испытаний воздухообмен кратностью n_{50} , $ч^{-1}$, при разности давлений 50 Па наружного и внутреннего воздуха при вентиляции – с механическим побуждением $n_{50} \leq 2 \text{ ч}^{-1}$.

$$k_{\text{вент}} = 0,28 \cdot 1 \cdot 0,73 \cdot 0,85 \cdot 1,31 \cdot (1-0) = 0,228 \left[\frac{\text{Вт}}{\text{м}^3 \cdot \text{°C}} \right]$$

$$k_{\text{быт}} = \frac{q_{\text{быт}} \cdot A_{\text{ж}}}{V_{\text{от}} \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{от}})}$$

(Д.3)

$$k_{\text{быт}} = \frac{q_{\text{быт}} \cdot A_{\text{ж}}}{V_{\text{от}} \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{от}})} = \frac{10,58 \cdot 258,08}{1548,48(20 - (-3,6))} = 0,075$$

$$k_{\text{рад}} = \frac{11,6 \cdot Q_{\text{рад}}^{\text{зод}}}{V_{\text{от}} \cdot ГСОП}$$

(Д.4)

$$Q_{\text{рад}}^{\text{зод}} = \tau_{1\text{ок}} \cdot \tau_{2\text{ок}} (A_{1\text{ок}} I_{1\text{ок}} + A_{2\text{ок}} I_{2\text{ок}} + A_{3\text{ок}} I_{3\text{ок}} + A_{4\text{ок}} I_{4\text{ок}}) + \tau_{1\text{ффо}} \tau_{2\text{ффо}} A_{\text{фон}} I_{\text{гор}}$$

(Д.5)

где $\tau_{1\text{ок}}, \tau_{1\text{фон}}$ – коэффициенты относительного проникания солнечной радиации для светопропускающих заполнений соответственно окон и зенитных фонарей, принимаемые по паспортным данным соответствующих светопропускающих изделий; при отсутствии данных следует принимать по своду правил; мансардные окна с углом наклона заполнений горизонту 45° и более следует считать как вертикальные окна, с углом наклона менее 45° – как зенитные фонари;

$\tau_{2\text{ок}}, \tau_{2\text{фон}}$ – коэффициенты, учитывающие затенение светового проема соответственно окон и зенитных фонарей непрозрачными элементами заполнения, принимаемые по проектным данным; при отсутствии данных следует принимать по своду правил;

$A_{1\text{ок}}, A_{2\text{ок}}, A_{3\text{ок}}, A_{4\text{ок}}$ – площадь светопроемов фасадов здания (глухая часть балконных дверей исключается соответственно ориентированных по четырем направлениям), м^2 ;

$A_{\text{фон}}$ – площадь светопроемов зенитных фонарей здания, м^2 ;

Декабрь	52	55	56
С	56	44	40
В/З	132	93,75	81
Ю	380	290	260
Январь	52	55	56
С	74	61,25	57
В/З	142	110,5	100
Ю	472	386,5	358
Февраль	52	55	56
С	119	110,75	108
В/З	245	227,75	222
Ю	563	537,5	529

$I_{1ок}, I_{2ок}, I_{3ок}, I_{4ок}$ – средняя за отопительный период величина солнечной радиации на вертикальные поверхности при действительных условиях облачности, соответственно ориентированная по четырем фасадам здания, $\frac{МДж}{м^2 \cdot год}$, определяется по методике свода правил; Примечание - Для промежуточных направлений величину солнечной радиации следует определять по интерполяции.

$$J_1^c = (44 + 61,25 + 110,75) / 3 = 72$$

$$J_2^B = J_3^3 = (93,75 + 110,5 + 227,75) / 3 = 144$$

$$J_4^Ю = (290 + 386,5 + 537,5) / 3 = 405$$

Значение $\tau_{1ок} = 0,73$ для стеклопакета 4М1-12-4М1-12-И4

Значение $\tau_{2ок} = 0,65$ для двойного раздельного переплета деревянного

$$Q_{рад}^{сод} = 0,65 \cdot 0,73 \cdot (7,517 \cdot 72 + 7,517 \cdot 144 + 7,517 \cdot 144 + 7,517 \cdot 405) + 0 = 2728,62$$

$$k_{рад} = \frac{11,6 \cdot Q_{рад}^{сод}}{V_{от} \cdot ГСОП} = \frac{11,6 \cdot 2728,62}{1548,48 \cdot 4861,6} = 0,0042$$



Рисунок Д.1 – Расположение заданного жилого дома по четырем
направлениям

Приложение Е

Расчет коэффициентов

Коэффициент эффективности рекуператора $k_{эф}$ отличен от нуля в том случае, если средняя воздухопроницаемость квартир жилых и помещений общественных здания (при закрытых приточно-вытяжных вентиляционных отверстиях) обеспечивает в период испытаний воздухообмен кратностью n_{50} , ч-1 при разности давлений 50 Па наружного и внутреннего воздуха при вентиляции - с механическим побуждением $n_{50} \leq 2$ ч-

Расчет комплексных показателей расхода тепловой энергии

Расчетную удельную характеристику расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания, $q_{om}^p \left[\frac{Вт}{м^3 \cdot ^\circ C} \right]$, следует определять по формуле (Ж.1):

$$q_{om}^p = \alpha \cdot \beta \quad (Ж.1)$$

$$\alpha = 0,7 * 0,000025(4861,6 - 1000) = 0,068$$

$$\beta = 0,85$$

$$q_{om}^p = 0,343 + 0,228 - (0,075 + 0,0042) * 0,068 * 0,85 = 0,57 \left[\frac{Вт}{м^3 \cdot ^\circ C} \right]$$

q_{om}^{mp} – нормируемая удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию зданий, $\left[\frac{Вт}{м^3 \cdot ^\circ C} \right]$, определяемая для различных типов жилых и общественных зданий по таблице 13 или 14, СП 50.13330. 2012 «Тепловая защита зданий».

$A_{зд}$	Число этажей
	2
250	0,434
302,24	0,378
400	0,272

$$q_{om}^{mp} = 0,378$$

$$(q_{om}^p - q_{om}^{mp}) \cdot 100\% = \frac{0,57 - 0,378}{0,378} \cdot 100\% = 50,8\%$$

Для оценки достигнутой в проекте здания или в эксплуатируемом здании потребности энергии на отопление и вентиляцию, установлены классы энергосбережения (таблица 15, СП 50.13330. 2012 «Тепловая защита зданий») в % отклонения расчетной удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания от нормируемой (базовой) величины.

Класс энергосбережения малоэтажного жилого здания в г. Муром – Е (Низкий). Разрабатываются мероприятия по реконструкции при соответствующем экономическом обосновании.

Приложение 3

Расчет энергетических нагрузок здания

Удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период q , $\frac{\text{кВт}\cdot\text{ч}}{\text{м}^3\cdot\text{год}}$ или $\frac{\text{кВт}\cdot\text{ч}}{\text{м}^2\cdot\text{год}}$, следует определять по формулам:

$$q = 0,024 \cdot \text{ГСОП} \cdot q_{om}^p \quad (\text{И.1})$$

$$q = 0,024 \cdot \text{ГСОП} \cdot q_{om}^p \cdot h \quad (\text{И.2})$$

где h – средняя высота этажа здания, м, равная:

$$h = \frac{V_{om}}{A_{om}}$$

(И.3)

$$h = \frac{V_{om}}{A_{om}} = \frac{1548,48}{302,24} = 5,123 \text{ м}$$

$$q = 0,024 \cdot 4861,6 \cdot 0,57 = 66,5 \frac{\text{кВт}\cdot\text{ч}}{\text{м}^3\cdot\text{год}}$$

$$q = 0,024 \cdot 4861,6 \cdot 0,57 \cdot 5,123 = 340,71 \frac{\text{кВт}\cdot\text{ч}}{\text{м}^2\cdot\text{год}}$$

Расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период $Q_{om}^{год}$, $\left[\frac{\text{кВт}\cdot\text{ч}}{\text{год}} \right]$, следует определять по формулам:

$$Q_{om}^{год} = 0,024 \cdot \text{ГСОП} \cdot V_{om} \cdot q_{om}^p \quad (\text{И.4})$$

$$Q_{om}^{год} = 0,024 \cdot 4861,6 \cdot 1548,48 \cdot 0,57 = 102984,28 \frac{\text{кВт}\cdot\text{ч}}{\text{год}}$$

Общие теплопотери здания за отопительный период $Q_{обц}^{год}$, $\left[\frac{\text{кВт}\cdot\text{ч}}{\text{год}} \right]$, следует определять по формуле:

$$Q_{обц}^{год} = 0,024 \cdot \text{ГСОП} \cdot (k_{об} + k_{вент}) \cdot V_{om} \quad (\text{И.5})$$

$$Q_{обц}^{год} = 0,024 \cdot 4861,6 \cdot (0,343 + 0,228) \cdot 1548,48 = 103164,95 \frac{\text{кВт}\cdot\text{ч}}{\text{год}}$$

