

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	5
1. ПРИМЕР ВВЕДЕНИЯ К ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ (ПРОЕКТА)	6
2. ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ОГРАЖДАЮЩЕЙ КОНСТРУКЦИИ	8
2.1. Основные требования к проектированию теплозащиты здания	8
2.2. Внутренние и наружные условия отопительного периода.....	8
2.3. Расчет требуемых сопротивлений теплопередаче наружных ограждающих конструкций.....	9
2.3.1. Расчет базовых сопротивлений теплопередаче наружных ограждающих конструкций	9
2.3.2. Расчет нормируемых сопротивлений теплопередаче наружных ограждающих конструкций.....	10
2.4. Расчет приведенного сопротивления теплопередаче наружной стены.....	11
3. РАСЧЕТ УДЕЛЬНОЙ ТЕПЛОЗАЩИТНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗДАНИЯ БИБЛИОТЕКИ	18
4. ПРОВЕРКА ЗАЩИТЫ ОТ ПЕРЕУВЛАЖНЕНИЯ ОГРАЖДАЮЩЕЙ КОНСТРУКЦИИ	20
5. ОЦЕНКА КОМФОРТНОСТИ ПРЕБЫВАНИЯ ЛЮДЕЙ В ПОМЕЩЕНИИ С ПРИНЯТЫМИ ОГРАЖДАЮЩИМИ КОНСТРУКЦИЯМИ	32
5.1. Основные положения	32
5.2. Оценка влияния наружных ограждающих конструкций на комфортность пребывания человека в помещении	36
5.3. Оценка влияния потолочной отопительной панели на комфорт пребывания человека в помещении	41
5.3.1. Первое условие комфортности	42
5.3.2. Второе условие комфортности.....	46
6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ К ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ (ПРОЕКТА)	48
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	49

ВВЕДЕНИЕ

В зданиях различного назначения требуется поддерживать определенный микроклимат, который во многом обеспечивается ограждающими конструкциями.

Наружные ограждающие конструкции здания должны обладать теплозащитными свойствами, определяемыми нормативными документами. Иначе говоря, ограждающие конструкции должны иметь приведенное сопротивление теплопередаче не менее требуемого. При этом приведенное сопротивление теплопередаче реальных конструкций зависит от теплотехнических характеристик строительных материалов, из которых состоят ограждающие конструкции, теплопроводных включений в тело конструкции и геометрии самой конструкции.

На теплотехнические характеристики строительных материалов значительное влияние оказывает их влажностный режим. Поэтому в учебно-методическом пособии рассматриваются требования к влажностному режиму ограждающих конструкций и методика проверки их выполнения. Влажностный режим оказывает влияние также на комфортность пребывания людей в помещении за счет обеспечения отсутствия конденсата на внутренних поверхностях ограждающих конструкций.

Сформировавшиеся температуры внутренних поверхностей, обращенных в помещение, создают определенную температурную обстановку. Эта обстановка должна быть комфортной для человека, находящегося в помещении. Комфортность тепловой обстановки контролируется на границе обслуживаемой зоны. Причем такой оценке подвергается влияние как отдельных ограждающих конструкций, так и совокупности всех внутренних поверхностей ограждений в помещении, в том числе и выполняющих роль отопительного прибора, например отопительной панели. Теоретические положения и обоснования методов теплотехнических расчетов приведены в [1].

Основную содержательную часть практических занятий и курсовой работы (проекта) в разделе «Строительная теплофизика» составляют расчеты:

- приведенного сопротивления теплопередаче наружных ограждающих конструкций с линейными и точечными неоднородностями, воздействие которых на теплотехническое состояние конструкции в соответствии с действующими нормативными документами рассматривается подробно;
- соответствующего двум требуемым нормами условиям влажностного режима наружной стены, обладающей сопротивлением паропроницанию от внутренней поверхности до плоскости максимального увлажнения, нахождению места которой уделено большое внимание;
- показателей комфортности для человека, на которые влияют сформированные на внутренних поверхностях наружных ограждений температуры и температуры на поверхности отопительной или охлаждающей панели.

Предлагаемое учебно-методическое пособие поможет обучающимся выполнить курсовую работу (проект) в части проектирования тепловой защиты здания, обозначенного в задании, которое выдается преподавателем практических занятий. Пояснительная записка к практическим занятиям оформляется в виде рукописи, включающей оглавление, введение, основную часть, заключение, библиографический список.

Введение к пояснительной записке должно содержать цели и задачи выполнения работы, описание района строительства, назначение здания, этажность здания, ориентацию главного фасада, состав наружных стен.

В заключении к пояснительной записке излагаются выводы о соответствии наружных ограждающих конструкций и температурной обстановки в рядовых и угловых помещениях нормативным показателям.

В настоящем пособии расчеты выполнены в виде сквозного примера по зданию.

1. ПРИМЕР ВВЕДЕНИЯ К ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ (ПРОЕКТА)

Целью выполнения работы является проектирование тепловой защиты заданного объекта: двухэтажного здания центральной библиотеки на 50 тыс. единиц хранения в г. Иркутске с ориентацией главного фасада (по оси 6) на Север. Здание имеет бесчердачное плоское покрытие и неотапливаемый подвал под всем зданием.

Планы этажей библиотеки приведены на рис. 1.1.

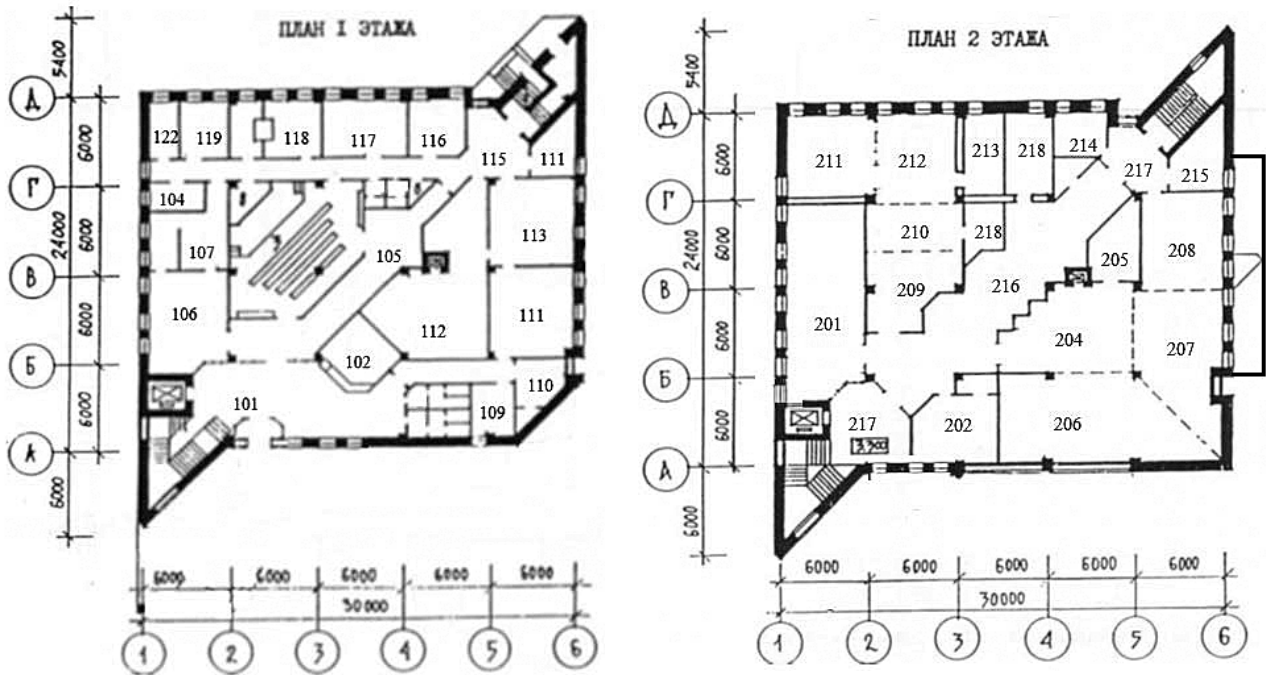


Рис. 1.1. Планы этажей проектируемого здания

По оси 6 на 2-м этаже имеется длинный балкон длиной 14 м с одной балконной дверью.

На рис. 1.2 представлена схема поперечного разреза наружной стены с навесным вентилируемым фасадом.

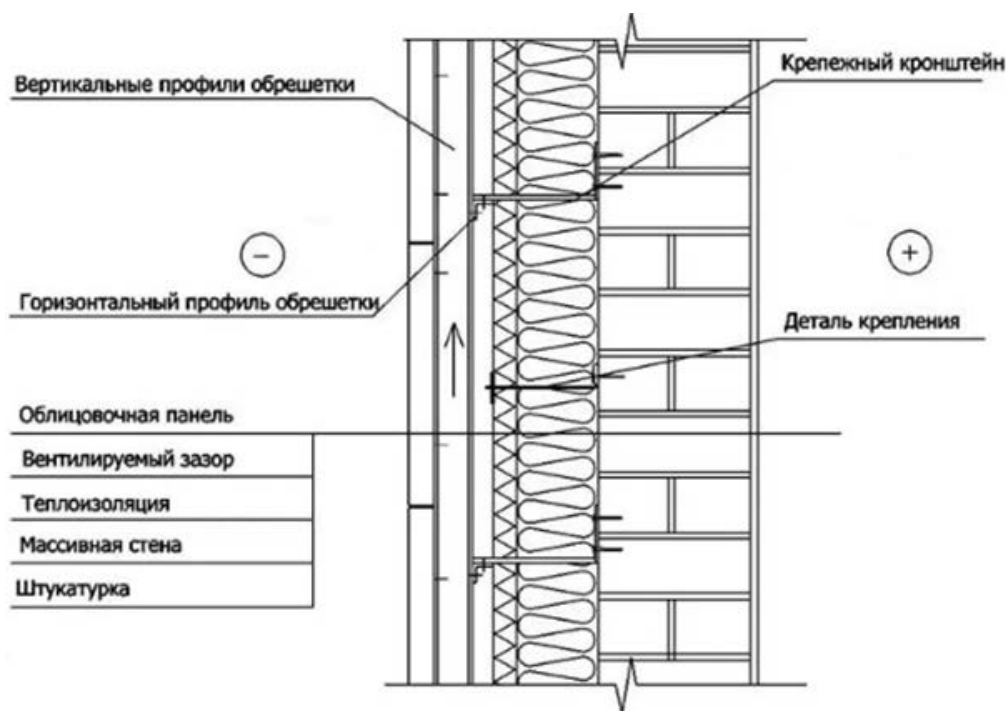


Рис. 1.2. Разрез по наружной стене

Состав наружной стены следующий (последовательность слоев указана изнутри наружу):

- внутренняя штукатурка — цементно-песчаный раствор $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$, $\delta = 0,02 \text{ м}$;
- кладка из пенобетонных блоков $\rho = 600 \text{ кг/м}^3$, $\delta = 0,2 \text{ м}$; на цементно-песчаном растворе с шириной шва 8 мм; блоки размером $200 \times 200 \times 300 \text{ мм}$, у каждого 3-го ряда блоков горизонтальные швы армируются стальной сеткой;
- плиты из минеральной ваты $\rho = 50 \text{ кг/м}^3$;
- воздушный зазор — 60 мм;
- фасадная облицовка из керамогранитных плит.

2. ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ОГРАЖДАЮЩЕЙ КОНСТРУКЦИИ

2.1. Основные требования к проектированию теплозащиты здания

При проектировании здания в работе в соответствии с СП 50.13330.2012 [2] должны учитываться следующие требования:

– приведенное сопротивление теплопередаче всех наружных ограждающих конструкций (полный расчет в курсовой работе (проекте) выполняется для наружной стены, для остальных наружных ограждающих конструкций приведенное сопротивление теплопередаче принимается по требуемому);

– удельная теплозащитная характеристика;

– ограничение минимальной температуры и недопущение конденсации влаги на внутренней поверхности ограждающих конструкций, за исключением окон;

– воздухопроницаемость наружной стены;

– влажностное состояние наружной стены.

Таким образом, теплотехнический расчет ограждающей конструкции составляет основу выбора теплозащиты здания, обеспечивающей поэтапные требования к приведенному сопротивлению теплопередаче каждой наружной ограждающей конструкции, ограничивающей минимальную температуру и недопущение конденсации влаги на внутренней поверхности ограждающих конструкций. Удельная теплозащитная характеристика здания является комплексным показателем достаточности теплозащиты совокупности всех наружных ограждающих конструкций.

2.2. Внутренние и наружные условия отопительного периода

Расчетная температура внутреннего воздуха помещения в отопительный период года t_b , °С, принимаемая:

– при расчете ограждающих конструкций групп зданий, указанных в табл. 3 СП 50.13330.2012 [2] по позициям 1 и 2, — по минимальным значениям оптимальной температуры зданий соответственно классификации помещений по ГОСТ 30494–2011 [3]. Для теплотехнического расчета наружных ограждающих конструкций по разделу 3 [3] основные помещения библиотеки относятся ко 2-й категории: помещения, в которых люди заняты умственным трудом. Согласно п. 5.2 [2] в качестве расчетной температуры внутреннего воздуха для помещений 2-й категории принимается минимальное значение из оптимального диапазона температур по табл. 3 [3], т.е. $t_b = 19$ °С;

– при расчете тепловых нагрузок на системы отопления и вентиляции в соответствии с прил. Г СП 60.13330.2020 [4] для жилых зданий, а также при кондиционировании воздуха общественных и административно-бытовых зданий — по минимальным значениям оптимальной температуры зданий соответственно классификации помещений по ГОСТ 30494–2011 [3], при отсутствии кондиционирования воздуха в общественных и административно-бытовых помещениях — по минимальным значениям допустимой температуры зданий соответственно классификации помещений по ГОСТ 30494–2011 [3].

Для библиотеки минимальная температура из допустимого диапазона температуры внутреннего воздуха по [3] равна $t_b = 18$ °С.

Относительная влажность внутреннего воздуха в соответствии с п. 5.7 [2] в теплотехнических расчетах для общественного здания принимается равной $\varphi_b = 50$ %.

Наружные условия холодного периода года определяются по СП 131.13330.2020 [5] для района строительства:

t_n — расчетная температура наружного воздуха помещения в холодный период года, °С, принимаемая равной средней температуре наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92, т.е. для г. Иркутска по табл. 3.1 [5] равна $t_n = -33$ °С;

$t_{от}$, $z_{от}$ — средняя температура наружного воздуха, °С, и продолжительность, сут/год, отопительного периода для жилых и общественных зданий для периода со среднесуточной температурой не более 8 °С, а при проектировании лечебно-профилактических, детских учреждений и домов-интернатов для престарелых не более 10 °С.

В соответствии с п. 5.2 [2] границей отопительного периода в общественном здании служит средняя суточная температура наружного воздуха +8 °С. Для г. Иркутска по табл. 3.1 [5] средняя температура отопительного периода равна $t_{от} = -7,6$ °С, а его продолжительность $z_{от} = 233$ сут.

2.3. Расчет требуемых сопротивлений теплопередаче наружных ограждающих конструкций

По требованиям п. 5.2 [2] требуемое сопротивление теплопередаче всех ограждающих конструкций общественных зданий, кроме входных в здание дверей, лежит между базовыми значениями и нормируемыми. Базовые значения для всех наружных ограждающих конструкций здания библиотеки определяются по табл. 3 [2]. Они зависят от числа градусо-суток отопительного периода (ГСОП), °С·сут/год, которое рассчитывается по формуле (5.2) [2]:

$$\begin{aligned} \text{ГСОП} &= (t_B - t_{от}) z_{от}, \\ \text{ГСОП} &= (19 - (-7,6)) 233 = 6198 \text{ °С·сут/год}. \end{aligned} \quad (2.1)$$

2.3.1. Расчет базовых сопротивлений теплопередаче наружных ограждающих конструкций

Для здания библиотеки значения базовых сопротивлений теплопередаче принимаются по табл. 3 [2] в зависимости от функционального назначения здания, градусо-суток отопительного периода и назначения ограждающей конструкции. Базовые значения сопротивления теплопередаче приведены в табл. 3 [2] для значений ГСОП через 2000 °С·сут/год. Реальное значение базового сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций следует определять интерполяцией между табличными значениями. Для массивных ограждений здания библиотеки интерполяцию можно выполнить по приведенным в табл. 3 [2] коэффициентам a и b для общественных зданий группы 2:

- для наружных стен: $R_o^{баз} = a \cdot \text{ГСОП} + b = 0,0003 \cdot 6198 + 1,2 = 3,06 \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт}$;
- для покрытий: $R_o^{баз} = a \cdot \text{ГСОП} + b = 0,0004 \cdot 6198 + 1,6 = 4,08 \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт}$;
- для перекрытия над неотапливаемым подвалом: $R_o^{баз} = a \cdot \text{ГСОП} + b = 0,00035 \cdot 6198 + 1,3 = 3,47 \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт}$;

– для окон значение базового сопротивления теплопередаче рассчитывается интерполяцией между значениями, указанными в табл. 3 [2], для ГСОП — ниже и выше реального значения ГСОП:

$$R_o^{баз} = R_o^{баз}_{(6000)} + \left(R_o^{баз}_{(8000)} - R_o^{баз}_{(6000)} \right) (\text{ГСОП} - 6000) / 2000 = 0,73 + (0,75 - 0,73) \times (6198 - 6000) / 2000 = 0,732 \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт}.$$

Базовое сопротивление теплопередаче для входных дверей в здание в табл. 3 [2] не нормируется.

Полученные значения записаны ниже в табл. 2.1.

2.3.2. Расчет нормируемых сопротивлений теплопередаче наружных ограждающих конструкций

Нормируемые сопротивления теплопередаче наружных ограждающих конструкций определяются по формуле (5.1) [2] с учетом понижающего регионального коэффициента m_p , применяемого к базовому сопротивлению теплопередаче:

$$R_o^{\text{норм}} = R_o^{\text{баз}} m_p. \quad (2.2)$$

В расчете базового значения требуемого сопротивления теплопередаче по формуле (2.2) значение m_p принимается равным единице. Допускается снижение значения коэффициента в случае, если при выполнении расчета удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания по методике прил. Г [2] выполняются требования 10.1 [2] к данной удельной характеристике. Значения коэффициента при этом должны быть не менее 0,63 — для стен, 0,80 — для остальных ограждающих конструкций (кроме светопрозрачных), 1,00 — для светопрозрачных конструкций.

По формуле (2.2) минимальные значения нормируемых сопротивлений теплопередаче равны:

- для наружных стен: $R_o^{\text{норм}} = 3,06 \cdot 0,63 = 1,928 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$;
- для покрытий: $R_o^{\text{норм}} = 4,08 \cdot 0,8 = 3,264 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$;
- для перекрытия над неотапливаемым подвалом: $R_o^{\text{норм}} = 3,47 \cdot 0,8 = 2,776 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$;
- для окон: $R_o^{\text{норм}} = 0,732 \cdot 1 = 0,732 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$.

Использовать понижающий региональный коэффициент для выдвижения требуемого сопротивления теплопередаче можно, только если при выполнении расчета удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания удельная характеристика укладывается в нормируемый предел. Для примера в табл. 2.1 приведены значения нормируемого сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций. Так как в курсовой работе (проекте) не выполняется расчет удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания, требуемые значения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций следовало бы принять по базовым значениям. Однако, учитывая близкую к квадрату форму здания, способствующую сокращению удельного энергопотребления зданием, в качестве требуемого сопротивления теплопередаче принимается весь диапазон от нормируемого до базового сопротивления.

Для входных дверей в здание в соответствии с п. 5.2 СП 50.13330.2012 [2] нормируемое сопротивление теплопередаче должно быть не менее $0,6R_o^{\text{норм}}$ стен зданий, определяемого по формуле (5.4) [2], относящейся к санитарно-гигиеническим требованиям:

$$R_o^{\text{норм}} = \frac{(t_b - t_n)}{\Delta t^H \alpha_b}, \quad (2.3)$$

где Δt^H — нормируемый температурный перепад между температурой внутреннего воздуха t_b и температурой внутренней поверхности наружной стены t_n , °C, принимаемый по табл. 5 СП 50.13330.2012 [2]. Для общественных зданий по позиции 2 $\Delta t^H = 4,5 \text{ °C}$;

α_b — коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции, Вт/($\text{м}^2 \cdot \text{°C}$), принимаемый по табл. 4 СП 50.13330.2012 [2], для стен, равный $8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$.

Нормируемое сопротивление теплопередаче входных дверей в здание библиотеки равно

$$R_o^{\text{норм}} = 0,6 \frac{(19 - (-33))}{4,5 \cdot 8,7} = 0,797 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}.$$

Выбор требуемого сопротивления теплопередаче по данным базового и нормируемого требуемых величин представлен в табл. 2.1.

Диапазоны требуемого сопротивления теплопередаче

Наименование наружной ограждающей конструкции	Базовое значение $R_o^{баз}$, м ² ·°C/Вт	Нормируемое значение $R_o^{норм}$, м ² ·°C/Вт	Требуемое значение $R_o^{тp}$, м ² ·°C/Вт
Наружные стены	3,06	1,928	1,928–3,06
Покрытие	4,08	3,264	3,264–4,08
Перекрытие над неотапливаемым подвалом	3,47	2,776	2,776–3,47
Окна	0,732	0,732	0,732
Входные в здание двери	–	0,797	0,797

2.4. Расчет приведенного сопротивления теплопередаче наружной стены

Приведенное сопротивление теплопередаче многослойной наружной ограждающей конструкции выполняется в следующей последовательности:

- по карте зон влажности территории РФ прил. В [2] определяется зона влажности района строительства. Иркутск находится в зоне 3 — сухой;
- по табл. 1 [2] находим, что при температуре внутреннего воздуха 19 °С и относительной влажности до 50 % влажностный режим помещения считается сухим;
- табл. 2 [2] относит условия эксплуатации ограждающей конструкции помещения с сухим влажностным режимом в сухой зоне влажности района строительства к условиям А.

Теплотехнические показатели всех слоев наружной стены от внутренней поверхности до наружной поверхности утеплителя, обращенной в вентилируемую воздушную прослойку (см. рис. 1.2), определяются по прил. Т [2] при условиях эксплуатации А и записываются в табл. 2.2.

Так как современные наружные стены зданий многослойны, для скрепления слоев служат специальные связи. В теплотехническом расчете их учитывают как точечные неоднородности, через которые тепловой поток поперек стены более интенсивен, чем через ее гладь. Кроме того, в стенах имеются линейные неоднородности, например откосы окон и входных в здание дверей. Вне зависимости от порядка расстановки точечных связей по площади наружной стены или длины откоса нормативный метод расчета СП 50.13330.2012 [2] состоит в учете дополнительных теплопотерь к теплопотерям через невозмущенную гладь стены.

В СП 230.1325800.2015 [6] приведены данные об удельных потерях теплоты через различные точечные и линейные неоднородности, полученные расчетом двухмерных температурных полей через одну связь или один погонный метр откоса определенной конструкции и материала. Чтобы определить приведенное сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции с учетом имеющихся в ней теплотехнических неоднородностей, надо умножить удельные теплопотери единичной неоднородности на число таких неоднородностей или на всю длину линейной неоднородности. Для унификации расчетов их выполняют применительно к 1 м² наружной ограждающей конструкции. Если в здании имеются наружные стены различных конструкций, то для каждой конструкции расчет выполняется отдельно. В одной наружной ограждающей конструкции может оказаться несколько разных точечных неоднородностей, например дюбели и кронштейны, удерживающие вентфасад, и несколько различных линейных неоднородностей, например откосов окон и выступающих на улицу балконных плит. Поэтому в формуле для расчета приведенного сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции предусмотрена такая возможность.

В табл. 2.2 приведены теплотехнические показатели материалов наружной стены.

Характеристика материалов слоев наружной стены

№ слоя от внутренней поверхности	Наименование материала слоя ограждающей конструкции	Плотность материала ρ , кг/м ³	Толщина слоя δ , м	Теплопроводность λ_A , м ² ·°С/Вт	Паропроницаемость μ , мг/(м·ч·Па)
1	Цементно-песчаная штукатурка	1800	0,02	0,76	0,09
2	Кладка из пенобетонных блоков на цементно-песчаном растворе	600	0,2	0,22	0,17
3	Минераловатные плиты из каменного волокна	50	0,15	0,041	0,35

Для расчета удельных потерь теплоты через линейные и точечные неоднородности в наружной стене по СП 230.1325800.2015 [6] потребуются подробные геометрические сведения о фасадах здания, которые представлены ниже.

Периметр здания — 126,4 м. Высота здания от нижней грани перекрытия над неотапливаемым подвалом до верха покрытия над зданием — 7,65 м. Общая площадь фасадов здания — 966,96 м².

Окна, тип 1: 1,47×1,76 м, 48 шт. Балконная дверь размером 0,7×2,0 м. Периметр окон и балконной двери — 316,54 м, площадь окон и балконной двери — 126,77 м². Окна, тип 2: 1,91×1,76 мм, 5 шт. Периметр окон — 36,7 м, площадь окон — 16,81 м². Окна, тип 3: 3,82×1,76 м, 3 шт. Периметр окон — 33,48 м, площадь окон — 20,17 м². Общий периметр откосов окон и балконной двери — 386,72 м, общая площадь всех окон и балконной двери — 163,75 м². Имеются две входные двойные двери в здание размерами 0,91×2,07 м. Периметр откосов в стене дверей — 10,1 м, площадь дверей — 3,77 м².

Откосы окон и дверей одинаковы. Общая их длина равна 396,82 м.

Площадь наружной стены составит 966,96 – 163,75 – 3,77 = 799,44 м².

Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции здания R_o^{np} , м²·°С/Вт, следует определять по формуле (Е1) прил. Е [2]:

$$R_o^{np} = \frac{1}{\frac{1}{R_o^{ycl}} + \sum l_j \Psi_j + \sum n_k \chi_k} = \frac{1}{U + \sum l_j \Psi_j + \sum n_k \chi_k}, \quad (2.4)$$

где l_j — протяженность линейной неоднородности j -го вида, приходящаяся на 1 м² ограждающей конструкции здания, м/м²;

Ψ_j — удельные потери теплоты через линейную неоднородность j -го вида, Вт/(м·°С);

n_k — количество точечных неоднородностей k -го вида, приходящихся на 1 м² ограждающей конструкции здания, шт/м²;

χ_k — удельные потери теплоты через точечную неоднородность k -го вида, Вт/°С;

R_o^{ycl} — осредненное по площади условное сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции здания, м²·°С/Вт, определяется расчетом по формуле

$$R_o^{ycl} = \frac{1}{\alpha_b} + \sum_s R_s + \frac{1}{\alpha_n}, \quad (2.5)$$

где α_b — коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции, Вт/(м²·°С), то же, что в формуле (2.3);

α_n — коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции, Вт/(м²·°C), принимаемый по табл. 6 [2]. Для наружных стен с навесным вентилируемым фасадом $\alpha_n = 12$ Вт/(м²·°C);

R_s — термическое сопротивление однородного слоя, (м²·°C)/Вт, для материальных слоев, вычисляемое по формуле

$$R_s = \frac{\delta_s}{\lambda_s} \quad (2.6)$$

(δ_s — толщина слоя, м, согласно табл. 2.2; λ_s — расчетная теплопроводность материала слоя, Вт/(м·°C), по табл. 2.2),

$$R_o^{усл} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,76} + \frac{0,2}{0,22} + \frac{0,15}{0,041} + \frac{1}{12} = 4,792 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт};$$

U — U -фактор, коэффициент теплопередачи однородной многослойной глади стены здания (удельные потери теплоты через плоский элемент), Вт/(м²·°C):

$$U = \frac{1}{R_o^{усл}}, \quad (2.7)$$

$$U = \frac{1}{4,792} = 0,209 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C}).$$

Приступаем к расчету показателей линейных и точечных неоднородностей для учета их в формуле (2.4).

В кладке пенобетонных блоков имеются швы толщиной 8 мм из цементно-песчаного раствора. Причем каждый третий шов армирован стальной сеткой.

Удельные потери теплоты кладки пенобетонных блоков по табл. Г.2 [6] при шве толщиной 8 мм, толщине кладки $d_{кл} = 200$ мм, $\lambda_{раствора} = 0,76$ Вт/м·°C; $\lambda_{камня} = 0,22$ Вт/(м²·°C) равны $\psi = 0,011$ Вт/(м·°C). Размер блоков: 200×200×300 мм. Длина горизонтальных швов равна $(799,44 / (0,3 \cdot 0,2)) \cdot 0,3 = 3997,2$ м. Из них 1/3 швов армирована, т.е. 1332,4 м шва армирована. Остальные 2664,8 м не армированы. Длина вертикальных неармированных швов равна $(799,44 / (0,3 \cdot 0,2)) \cdot 0,2 = 2664,8$ м. Общая длина неармированных швов составляет 2664,8 + 2664,8 = 5329,6 м. На 1 м² кладки приходится $5329,6/799,44 = 6,667$ м/м² неармированного шва. Потери теплоты в швах составляют $l\psi = 6,667 \cdot 0,011 = 0,073$ Вт/(м²·°C).

Анкеровка кладки блоков из пенобетона осуществляется с помощью сетки с ячейками 0,05×0,05 м из оцинкованных связей $d = 4$ мм и теплопроводностью 58 Вт/(м²·°C). Длина армированного шва — 1332,4 м. Таким образом, на 1 пог. м кладки приходится $1 / 0,05 = 20$ стержней общим сечением металлического анкера, перпендикулярного плоскости стены, $s_{св} = 3,14 \cdot 0,004 \cdot 0,004 \cdot 20/4 = 0,0002512$ м². Эквивалентный коэффициент теплопроводности шва определяется по формуле (Г.1) СП 230.1325800.2015 [6]:

$$\lambda_{раств}^{эkv} = \frac{\lambda_{св} s_{св} + \lambda_{раств} (d_{шва} - s_{св})}{d_{шва}} = \frac{58 \cdot 0,0002512 + 0,76(0,008 - 0,0002512)}{0,008} = \quad (2.8)$$

$$= 2,559 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{°C}).$$

Удельные потери теплоты стен, состоящих из кладки с облицовкой кирпичом, по табл. Г.2 [6] при шве толщиной 0,008 м равны $\psi = 0,048$ Вт/(м·°C). Длина швов — 1332,4 м. На 1 м² кладки приходится $1332,4 / 799,44 = 1,667$ м/м² шва. Потери теплоты в швах составляют $l\psi = 1,667 \cdot 0,048 = 0,08$ Вт/(м²·°C).

Конец ознакомительного фрагмента.

Приобрести книгу можно

в интернет-магазине

«Электронный универс»

e-Univers.ru