СОДЕРЖАНИЕ

Ведение

1. Общая характеристика запроектированного здания

2. Сведения о проектных решениях, направленных на повышение эффективности использования тепловой энергии

2.1 Описание технических решений и оценка теплозащитных качеств ограждающих конструкций.

2.1.1 Требуемое сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций

2.1.2 Нормативные требования по удельному расходу тепловой энергии

2.1.3 Описание технических решений и результаты оценки приведенного сопротивление теплопередаче отдельных ограждающих конструкций

2.1.3.1 Наружные стены

2.1.3.2 Чердачное перекрытие

2.1.3.3 Заполнение оконных проемов

2.1.3.4 Цокольное перекрытие

2.2 Описание технических решений систем отопления и вентиляции

3. Оценка температурного режима узлов спряжений отдельных ограждающих конструкций

3.1 Краткая характеристика методики расчета

3.2 Результаты расчета

4. Расчет влажностного режима наружных стен

4.1 Основные предпосылки расчета и исходные данные

4.2 Результаты расчета влажностного режима наружной стены

5. Анализ структуры теплопотерь проектируемого здания и оценка эффективности реализации отдельных энергосберегающих мероприятий

5.1 Расчет теплоэнергетических параметров

5.2 Анализ структуры теплопотерь и оценка эффективности отдельных энергосберегающих мероприятий

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1. Определение геометрических характеристик ограждающих

конструкций 20-ти квартирного жилого дома в р. п. Муромцево

ВВЕДЕНИЕ

Основание для разработки - требования территориальных строительных норм ТСН 23-338-2002 Омской области «Энергосбережение в гражданских зданиях. Нормативы по теплопотреблению и теплозащите».

Основная цель раздела - оценка соответствия проектных решений 20-ти квартирного жилого дома в р.п. Муромцево с использованием конструкций недостроенного детского сада на 140 мест требованиям ТСН-23-338–2002 Омской области [1].

Разработчик проекта – ООО «СИБСТРОЙПРОЕКТ».

Шифр проекта – ССП-1.

Основное содержание работы:

- проведен анализ проектной документации, представленной ООО «СИБСТРОЙПРОЕКТ» (разделы АС, ОВ);

- рассчитано требуемое сопротивление теплопередаче отдельных ограждающих конструкций проектируемого здания для климатических условий г. Тара (как для ближайшего населенного пункта к р.п. Муромцево);

- рассчитано фактическое сопротивление теплопередаче наружных стен, чердачного перекрытия, стен и пола подвала - в соответствии с требованиями СНиП II-3-79\* [2], СП 23-101-2000 [3];

- уточнено конструктивное решение отдельных ограждающих конструкций и узлов их сопряжений;

- выполнена оценка удельного энергопотребления проектируемого здания в соответствии с методикой ТСН 23-338-2002 Омской области при различном уровне теплозащитных качеств ограждающих конструкций и различной эффективности управления системой отопления;

- проведен анализ структуры теплопотерь и намечены мероприятия для дальнейшего повышения энергетической эффективности проектируемого здания на стадии его эксплуатации.

* проведена оценка температурного режима некоторых узлов сопряжений и минимальной температуры внутренней поверхности остекления.

По результатам работы составлен «Теплоэнергетический паспорт» 20-ти квартирного жилого дома в р.п. Муромцево с использованием конструкций недостроенного детского сада на 140 мест и «Заключение» о соответствии проектных решений требованиям ТСН 23-338-2002 Омской области.

1. Общая характеристика здания

Проект 20-ти квартирного жилого дома в р.п. Муромцево с использованием конструкций недостроенного детского сада на 140 мест разработан ООО «СИБСТРОЙПРОЕКТ» (шифр проекта ССП-1).

Здание размещается в жилой застройке. Здание двухэтажное с неотапливаемым техническим подвалом (температура воздуха в подвале +2ºС) и холодным чердаком.

Конструктивная схема здания – бескаркасная, с несущими продольными стенами. Междуэтажные перекрытия – сборное железобетонные. Высота этажа в жилой части здания 3,0 м.

Крыша - чердачная с «холодным» чердаком, сборные железобетонные плиты перекрытия с утеплением минераловатными плитами плотностью γо = 50 кг/м3 толщиной 250 мм и заливкой поверх цементно-песчаным раствором толщиной 40 мм.

Цокольное перекрытие - сборные железобетонные плиты перекрытия с утеплением полужесткими минераловатными плитами плотностью γо = 50 кг/м3 и деревянный пол по лагам.

Внутренние стены и перегородки - кирпичные.

Наружные стены – трехслойные с наружным отделочным слоем из силикатного кирпича б=120 мм, теплоизоляционным слоем из пенополистирола плотностью 40 кг/м3 толщиной 140 мм и внутренним отделочным слоем из обыкновенного глиняного кирпича толщиной 380 мм с гибкими стеклопластиковыми связями.

Заполнение оконных проемов - оконные блоки деревянные с тройным остеклением в раздельно-спаренных переплетах.

Входные двери – металлические, утепленные.

Система отопления здания – поквартирная, однотрубная с нижней разводкой магистралей. Трубопровод из стальных водогазопроводных труб. В каждой квартире устанавливаются счетчики учета тепловой энергии ТЕПЛОКОМ ТСК4 с расходомерами ПРЭМ.

Узел управления системой отопления не автоматизированный. В узле управления установлены тепловычислители ВКТ-4, циркуляционные насосы GRUNDFOSS и пластинчатый теплообменник фирмы Альфа-Лаваль.

Система вентиляции - естественная с неорганизованным притоком воздуха через оконные форточки, фрамуги, неплотности ограждающих конструкций и организованным удалением через вытяжные вентиляционные каналы санузлов и кухонь.

2. Сведения о проектных решениях, направленных на повышение эффективности использования тепловой энергии

2.1 Описание технических решений и оценка теплозащитных качеств ограждающих конструкций

2.1.1 Требуемое сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций

В соответствии с ТСН 23-338-2002 Омской области [1] выбор теплозащитных качеств ограждающих конструкций здания может осуществляться по одному из двух альтернативных подходов:

- потребительскому, когда теплозащитные качества ограждающих конструкций оцениваются по нормативному значению удельного энергопотребления здания в целом;

- предписывающему, когда нормативные требования предъявляются к отдельным ограждающим конструкциям.

Выбор подхода может осуществляться заказчиком или проектной организацией.

При проектировании ограждающих конструкций здания на основе потребительского подхода определяющим показателем является нормативная величина удельного расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию 1 м2 отапливаемой площади за отопительный период *qhreg* , МДж/(м2⋅год). При этом минимально допустимое сопротивление теплопередаче непрозрачных ограждающих конструкций ограничивается величиной *Rоmin*, определяемой в соответствии с п.2.1 СНиП II-3-79\* [2] и п.4.3.3 ТСН 23-338-2002 Омской области [1].

Наружные стены

В соответствии с ТСН 23-338-2002 [1], СНиП II-3-79\* [2] минимально допустимое приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций зданий по санитарно-гигиеническим условиям *Rоmin* рассчитывается по формуле

*(tint - text ) ⋅ n*

*Rоmin* =⎯⎯⎯⎯⎯⎯⎯ , (2.1)

*Δtn ⋅ αint*

где *Δtn* - нормируемый температурный перепад, оС; *αint* - коэффициент теплообмена внутренней поверхности, Вт/(м2⋅оС); *tint* - расчетная температура внутреннего воздуха, оС; *text* - расчетная температура наружного воздуха (в соответствии с [4] принимается для г.Тара равной -40 оС); *n* - коэффициент условий соприкосновения с наружным воздухом (n=1 [1]).

Требуемое сопротивление теплопередаче по условиям энергосбережения (в соответствии со СНиП II-3-79\* [2]) *RоregII* определяется по табл.1б (второй этап) в зависимости от градусо-суток отопительного периода *Dd*

*Dd = (tint - textav) ⋅ zht* , (2.2)

где *textav* - средняя температура отопительного периода (для г.Тара принимается равной – 8,8 оС [3]); *zht* - продолжительность отопительного периода (принимается равной 234 сут. [3])

Для жилой и общественной части здания при *tint* = 20 оС величина *Dd* составляет:

*Dd* = (20+8,8) ⋅ 234 = 6739 оС⋅сут.

В соответствии с вышеизложенным, величины требуемого сопротивления теплопередаче наружных стен проектируемого здания составляют:

- по санитарно-гигиеническим условиям

20 -(-40)

*Rоmin* = ⎯⎯⎯⎯⎯ ⋅ 1 = 1,72 м2 ⋅оС/Вт ,

4,0 \* 8,7

где *Δtn* = 4,0 оС, *αint* - = 8,7 Вт/(м2⋅оС); *tint* = 20 оС;

- по условиям энергосбережения для второго этапа (в соответствии с СНиП II-3-79\* [2]) - *RоregII* = 3,76 м2⋅оС/Вт.

При этом на поверхности стен и покрытий в местах теплопроводных включений не допускается выпадение конденсата (при *tint* = 20оС, *ϕint* = 55% [1,2] температура "точки росы" составляет *td* = 10,7°С [5]).

Чердачное перекрытие

Требуемое сопротивление теплопередаче чердачного перекрытия холодного чердака жилой части проектируемого здания при расчетной температуре воздуха в чердачном пространстве *tintc* = - 40 оС составляет:

- по санитарно-гигиеническим условиям

20 - (-40)

*Rоreg* = ⎯⎯⎯⎯⎯ ⋅ 0,9 = 2.07 м2 ⋅оС/Вт ,

3,0 \* 8,7

где *Δtn* = 3,0 оС, *n* = 0,9 – для чердачного пространства [2];

- по условиям энергосбережения для второго этапа (в соответствии с СНиП II-3-79\* [2]) - *RоregII* = 4,93 м2⋅оС/Вт.

Цокольное перекрытие

Требуемое сопротивление теплопередаче цокольного перекрытия подвала проектируемого здания составляет:

20 - (-40)

*Rоreg* = ⎯⎯⎯⎯⎯ ⋅ 0,30 = 1,03 м2 ⋅оС/Вт,

2,0 \* 8,7

где *Δtn* = 2,0 оС[2]; *n* = (20-2)/(20+37) = 0,30 – для «теплого» подвала с температурой воздуха +2ºС [1];

Заполнение оконных проемов

Приведенное сопротивление теплопередаче заполнения оконных проемов здания (при расчетной температуре внутреннего воздуха *tint* = 20 оС [1] и расчетной температуре наружного воздуха *text* = - 40 оС [3]) должно составлять не менее *Rоreg* = 0,61 м2⋅оС/Вт [2]. При этом заполнение глухой части балконных дверей должно иметь сопротивление теплопередаче не менее *Rоreg* = 0,92 м2⋅оС/Вт [1].

Входные двери

Приведенное сопротивление теплопередаче входных дверей жилых зданий должно быть не менее *Rоreg* = 1,2 м2⋅оС/Вт [1].

Результаты расчета требуемого уровня теплозащитных качеств для различных ограждающих конструкций представлены в сводной таблице 2.1.

Таблица 2.1

Требуемые сопротивления теплопередаче ограждающих 20-ти квартирного жилого дома в р.п. Муромцево

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование ограждений | Требуемое сопротивление  теплопередаче, м2⋅оС/Вт | |
| *Rоmin* | *RоregII* |
| 1. Наружные стены | 1,72 | 3,76 |
| 2. Чердачное перекрытие (холодный чердак) | 2,07 | 4,93 |
| 3. Цокольное перекрытие (теплый подвал) | 1,03 | 1,03 |
| 4. Заполнение оконных проемов  - окна  - глухая часть балконных дверей | 0,61  0,92 | 0,61  0,92 |
| 5. Входные двери | 1,2 | 1,2 |

2.1.2 Нормативные требования по удельному расходу тепловой энергии

В соответствии с ТСН 23-338-2002 [1] по условиям энергосбережения в качестве нормируемой величины принимается удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период *qhreq* .

Величина расчетного удельного расхода *qhdes* проектируемого здания - на 1 м2 отапливаемой площади здания, МДж/(м2⋅год) должна быть меньше или равна требуемому значению *qhreq*

*qhreq ≥ qhdes* . (2.2)

Обеспечение этого требования достигается за счет выбора соответствующего уровня теплозащитных качеств отдельных ограждающих конструкций здания, его объемно-планировочного решения, типа, эффективности и метода регулирования используемых систем теплоснабжения и вентиляции.

Величина нормативного удельного расхода тепловой энергии *qhreg* принимается согласно [1] в зависимости от назначения и этажности здания (см. табл.2.2).

Таблица 2.2

Нормативный удельный расход тепловой энергии на отопление здания *qhreq*, МДж/(м2⋅год), [МДж/(м3⋅год)]

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Типы зданий | Этажность зданий | | | |
| 1-3 | 4-5 | 6-9 | 10 и более |
| 1. Жилые | 680 | 600 | 520 | 460 |
| 2. Общеобразовательные и другие общественные, кроме перечисленных в пп.3 и 4 | [210] | [200] | [190] | [180] |
| 3. Поликлиники и лечебные учреждения, дома интернаты | [220] | [210] | [200] | [190] |
| 4. Детские дошкольные учреждения | [300] | - | - | - |
| 5. Дома жилые одноквартирные | в соответствии со СНиП 31-02 | | | |

В соответствии с данными табл.2.2 величина расчетного удельного расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию 1 м2 отапливаемой площади для проектируемого здания должна быть не менее 680,0 МДж/(м2⋅год).

2.1.3 Описание технических решений и результаты оценки приведенного сопротивление теплопередаче отдельных ограждающих конструкций

2.1.3.1 Наружные стены

Наружные стены здания – трехслойные с наружным отделочным слоем из силикатного кирпича б=120 мм, теплоизоляционным слоем из пенополистирола плотностью 40 кг/м3 толщиной 140 мм и внутренним отделочным слоем из обыкновенного глиняного кирпича толщиной 380 мм с гибкими стеклопластиковыми связями.

Оценка приведенного сопротивления теплопередаче наружных стен выполнена в соответствии с рекомендациями [1, 3] на основании расчета трехмерных температурных полей, выполненных по программе «TEMPER-3D» [7] (сертификат ГОСТ Р № RU.СП11.Н00071).

В соответствии с [3] величина *Rо,wr* рассчитана по формуле

*( tint - text ) ⋅ A*

*Rо,wr* = ⎯⎯⎯⎯⎯⎯ , (2.3)

*Q*

где *Q* - суммарный тепловой поток, входящий в расчетную область внутренней поверхности конструкции, Вт; *A* - расчетная площадь ограждающей конструкции, м2,.

Определение приведенного сопротивление теплопередаче наружных стен выполнено для следующих расчетных участков:

- фрагмента глухой стены без проемов, размерами – по высоте – равного высоте этажа *h* = 3,0 м, по ширине – 1,2 м (рис.2.2);

- фрагмента стены с оконными проемами (при толщине утепляющего слоя наружной стены 140 мм), размерами – по высоте - равного высоте этажа *h* = 3,0 м, по ширине – равного расстоянию между осями оконными проемов;

- фрагмента стены с оконными проемами (при толщине утепляющего слоя наружной стены 180 мм) , размерами – по высоте - равного высоте этажа *h* = 3,0 м, по ширине – равного расстоянию между осями оконными проемов;

- фрагмента стены с балконной дверью, размерами – по высоте - равного высоте этажа *h* = 3,0 м, по ширине – равного расстоянию между осями простенков;

- фрагмента стены с окном и балконной дверью, размерами – по высоте - равного высоте этажа *h* = 3,0 м, по ширине – равного расстоянию между осями простенков;

Величина среднего значения приведенного сопротивления теплопередаче наружных стен *Rо,wr,ср* в соответствии с рекомендациями СП 23-101-2000 [3] определена для всех фасадов здания с учетом суммарной площади глухих участков стен *AwI* , участков с оконными проемами *AwII* , *AwIII* и участков с балконными дверями *AwIV, AwV*

При проведении расчетов в качестве расчетных параметров внутренней и наружной среды принимались:

- расчетная температура внутреннего воздуха tint = 20 оС [1];

- расчетная температура наружного воздуха *text* = - 40 оС [4];

- расчетный коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности

*αint* = 8,7 Вт/(м2⋅оС) [1];

- расчетный коэффициент теплоотдачи наружной поверхности

*αext* = 23 Вт/(м2⋅оС) - для наружных стен, окон, чердачного перекрытия [1].

Теплотехнические характеристики материалов в соответствии с [2] принимались для условий эксплуатации "А" (для г.Тара зона влажности – сухая, режим помещений – нормальный). В частности:

- цементно-песчаный раствор *γо*= 1800 кг/м3 , *λ*А = 0,76 Вт/(м⋅оС);

- кирпичная кладка из глиняного обыкновенного кирпича на цементно-песчаном растворе *γо*= 1800 кг/м3 , *λА* = 0,70 Вт/(м⋅оС);

- пенополистирол плотностью *γо*= 40 кг/м3 , *λА* = 0,041 Вт/(м⋅оС);

- кирпичная кладка из силикатного кирпича на цементно-песчаном растворе *γо*= 1800 кг/м3 , *λА* = 0,76 Вт/(м⋅оС).

Оценка приведенного сопротивления наружных стен проектируемого здания выполнена с учетом потерь тепла через торцы плит перекрытий, откосы оконных проемов и балконных дверей. Определение среднего значения приведенного сопротивления теплопередаче выполнено в целом по зданию, с учетом площадей глухих участков стен без проемов, с оконными проемами и с балконными дверями.

Расчетная схема фрагмента наружной стены и пример задания коэффициентов теплопроводности материалов представлены на рис.2.1 - рис.2.5. Расчетная схема задания граничных условий представлена на рис.2.6. Результаты расчетов – представлены в табл.2.3 - табл.2.6.

1. кирпичная кладка из силикатного кирпича - λА=0,76 Вт/мºС;

2. пенополистирол плотностью 40 кг/м3 - λА=0,041 Вт/мºС;

3. кирпичная кладка из обыкновенного глиняного кирпича - λА=0,7 Вт/мºС;

4. ЦПР - λА=0,76 Вт/мºС;

tint = 20ºС

text = -40ºС

120

140

380

20

Рис.2.1. Схематичный разрез наружной стены проектируемого здания

Расчетный фрагмент

1200

3000

Рис.2.2. Расчетная схема фрагмента наружной стены здания для определения приведенного сопротивления теплопередаче участка без проемов (вид со стороны помещения)

Расчетный фрагмент

bр

3300

Рис.2.3. Расчетная схема фрагмента наружной стены здания для определения приведенного сопротивления теплопередаче участка с оконными проемами (вид со стороны помещения)

3000

Расчетный фрагмент

bр

Рис.2.4. Расчетная схема фрагмента наружной стены здания для определения приведенного сопротивления теплопередаче участка с окнами и балконными дверями (вид со стороны помещения)

3000

Расчетный фрагмент

bр

Рис.2.5. Расчетная схема фрагмента наружной стены здания для определения приведенного сопротивления теплопередаче участка с балконными дверями (вид со стороны помещения)

tint = +20оС;

αint = 8,7 Вт/(м2 оС)



text = -40оС;

αext = 23 Вт/(м2 оС)

tint = +20оС;

αint = 8,7 Вт/(м2 оС)

Рис.2.6. Схема задания граничных условий фрагмента наружной стены для определения приведенного сопротивления теплопередаче

Таблица 2.3

Пример распечатки результатов расчета приведенного сопротивления теплопередаче фрагмента наружной стены без проемов

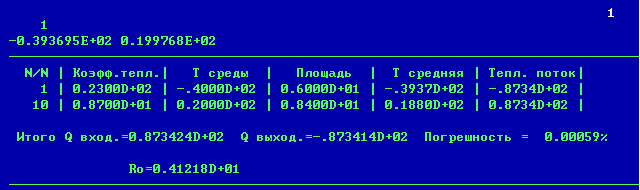


Таблица 2.4

Пример распечатки результатов расчета приведенного сопротивления теплопередаче фрагмента наружной стены с оконными проемами при толщине утеплителя в наружной стене 140 мм

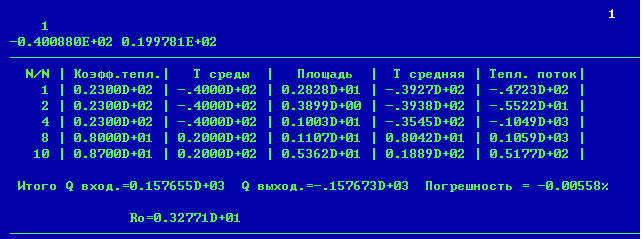


Таблица 2.5

Расчетные значения приведенного сопротивления теплопередаче отдельных участков наружных стен 20-ти квартирного жилого дома в р.п. Муромцево

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер участка | Особенности конструктивного решения  участка стены | Условное сопротивление теплопередаче *Rо,wусл* , м2⋅оС/Вт | Приведенное сопротивление теплопередаче *Rо,wr* , м2⋅оС/Вт | Коэффициент теплотехнической однородности, r |
| 1 | Глухой участок стены (без проемов) | 4,30 | 4,12 | 0,96 |
| 2 | Участок стены с оконными проемами  (δут стены =140 мм) | 4,30 | 3,27 | 0,76 |
| 3 | Участок стены с оконными проемами  (δут стены =180 мм) | 5,27 | 4,41 | 0,84 |
| 4 | Участок стены с окнами и балконными дверями (с учетом остекления лоджии) | 4,30 | 4,24 | 0,98 |
| 5 | Участок стены с балконными дверями (с учетом остекления лоджии) | 4,30 | 4,22 | 0,98 |

Таблица 2.6

Характеристика расчетных участков наружной стены среднего этажа

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Номер участка | Особенности конструктивного  решения участка стены | Приведенное сопротивление теплопередаче  *Rо,wr* , м2⋅оС/Вт | Площадь *Awi*, м2 |
| 1 | Глухой участок стены  (без проемов) | 4,12 | 39,63 |
| 2 | Участок стены с оконными  проемами (δут стены =140 мм) | 3,27 | 73,2 |
| 2 | Участок стены с оконными  проемами (δут стены =180 мм) | 4,41 | 70,5 |
| 4 | Участок стены с балконными дверями (с учетом остекления лоджии) | 4,24 | 63,1 |
| 5 | Участок стены с окнами и балконными дверями (с учетом остекления лоджии) | 4,22 | 8,45 |
| 6 | Глухой участок стены  (без проемов) выходящий на остекленную лоджию | 4,27 | 59,55 |

В соответствии с планировочными решениями проектируемого здания средняя величина *Rо,wr,ср* составляет (с учетом площади участков стен по фасадам здания)

2.1.3.2 Чердачное перекрытие

Крыша - чердачная с «холодным» чердаком, сборные железобетонные плиты перекрытия с утеплением минераловатными плитами плотностью γо = 50 кг/м3 толщиной 250 мм и заливкой поверх цементно-песчаным раствором толщиной 40 мм.

Сборное

перекрытие

δ=220 мм

мм

Плиты минераловатные 50 кг/м3 δ=250 мм

1 слой

рубероида

мм

ЦПР толщиной 40 мм

Рис.2.7. Схематичный разрез чердачного перекрытия

Сопротивление теплопередаче чердачного перекрытия рассчитано в соответствии с [2,3], как для однородной ограждающей конструкции.

При проектной толщине утепляющего слоя из минераловатных плит 250 мм плотностью γо = 50 кг/м3 с коэффициентом теплопроводности *λА* = 0,05 Вт/(м⋅оС) [2] фактическое значение приведенного сопротивления теплопередаче покрытия составит

1 0,04 0,25 0,005 0,22 1

*Ro,cr* = ⎯⎯ + ⎯⎯ + ⎯⎯ + ⎯⎯ + ⎯⎯ + ⎯⎯ \_\_ = 5,46 м2⋅оС/Вт.

12 0,76 0,05 0,17 1,17 8,7

2.1.3.3 Заполнение оконных проемов

В соответствии с проектным решением заполнение оконных проемов предусмотрено – оконные блоки деревянные с тройным остеклением в раздельно-спаренных переплетах.

В соответствии с [2] приведенное сопротивление теплопередаче заполнения оконных проемов принято равным *Rоdes* ≈ 0,61 м2 ⋅оС/Вт.

Необходимо отметить, что фактическое сопротивление теплопередаче окон, устанавливаемых в запроектированном здании, должно быть подтверждено протоколами испытаний.

2.1.3.4 Цокольное перекрытие

Цокольное перекрытие - сборные железобетонные плиты перекрытия с утеплением полужесткими минераловатными плитами плотностью γо = 50 кг/м3 и деревянный пол по лагам.

Сборное

перекрытие

δ=220 мм

мм

Плиты минераловатные 50 кг/м3 δ=250 мм

Доска 40 мм

Рис.2.8. Схематичный разрез цокольного перекрытия

2.2 Описание технических решений системы отопления и вентиляции

Система отопления здания – поквартирная, однотрубная с нижней разводкой магистралей. Трубопровод из стальных водогазопроводных труб. В каждой квартире устанавливаются счетчики учета тепловой энергии ТЕПЛОКОМ ТСК4 с расходомерами ПРЭМ.

Узел управления системой отопления не автоматизированный. В узле управления установлены тепловычислители ВКТ-4, циркуляционные насосы GRUNDFOSS и пластинчатый теплообменник фирмы Альфа-Лаваль.

Система вентиляции - естественная с неорганизованным притоком воздуха через оконные форточки, фрамуги, неплотности ограждающих конструкций и организованным удалением через вытяжные вентиляционные каналы санузлов и кухонь.

К энергосберегающим мероприятиям системы отопления можно отнести:

- устройство поквартирной разводки с установкой счетчиков тепловой энергии в каждой квартире;

* установка в узле управления тепловычислителей.

3. ОЦЕНКА ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА ОТДЕЛЬНЫХ УЗЛОВ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

3.1 Краткая характеристика методики расчета

Оценка температурного режима отдельных узлов ограждающих конструкций проектируемого жилого дома проведена с целью проверки возможности выпадения конденсата в местах теплопроводных включений: в углах наружных стен, в зоне сопряжения оконных и балконных блоков с оконными откосами, в зоне сопряжения плит чердачного перекрытия с наружными стенами.

При проведении расчетов параметры внутреннего и наружного воздуха принимались в соответствии со СНиП II-3-79\* «Строительная теплотехника», СНиП 23-01-99 «Строительная климатология » равными:

* расчетная температура внутреннего воздуха tint = +20оС;
* расчетная температура наружного воздуха text = -40оС;
* расчетный коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности αint = 8,7 Вт/(м2⋅оС);
* расчетный коэффициент теплоотдачи наружной поверхности стен αext = 23 Вт/(м2⋅оС);
* расчетный коэффициент теплоотдачи наружной поверхности утеплителя в чердачном пространстве αext = 12 Вт/(м2⋅оС).

Теплотехнические характеристики материалов принимались для условий эксплуатации «А» аналогично п.2.1.3 настоящей пояснительной записки.

Расчеты выполнены для следующих узлов:

* узел сопряжения наружной стены с плитой перекрытия;
* узел сопряжения цокольного участка наружной стены с плитой перекрытия;
* наружный выступающий угол (вертикальный стык в зоне сопряжения плит чердачного перекрытия с наружной стеной );

- узел сопряжения стены с заполнением оконных проемов (деревянные окна с тройным остеклением в раздельно-спаренных переплётах);

- узел сопряжения стены с балконной дверью и плитой перекрытия (с учетом остекления лоджии).

3.2. Результаты расчетов

Расчетные схемы и основные результаты расчетов представлены на рис.3.1 - рис.3.6.

Анализ полученных результатов позволил сделать следующие выводы:

1. Проектные решения ограждающих конструкций обеспечивают выполнение условий невыпадения конденсата на поверхности наружных стен. Температура внутренней поверхности стены на глухом участке составляет τв = 18,8 оС, что обеспечивает выполнение требований СНиП II-3-79\* по нормируемому температурному перепаду (Δtn = 4,0 оС, Δtdes = 3,3 оС) и температуре «точки росы» (при tint = 20оС, ϕint = 55%, τd = 10,7оС) с существенным запасом.

2. Температура внутренней поверхности в наружном выступающем углу верхнего этажа ниже минимально допустимой (см. рис.3.3).

При проектном решении минимальная температура внутренней поверхности в зоне пересечения плиты чердачного перекрытия с наружным углом здания может опускаться до τвmin = +7,9 оС - при расчетных значения температур наружного и внутреннего воздуха (при tint = 20оС, text = -40оС).

Данное понижение температуры обусловлено геометрической формой угла (площадь тепловосприятия меньше чем площадь теплоотдачи), стоком тепла по плите перекрытия, расположенной в этом месте.

Для улучшения температурного режима данного узла предлагается:

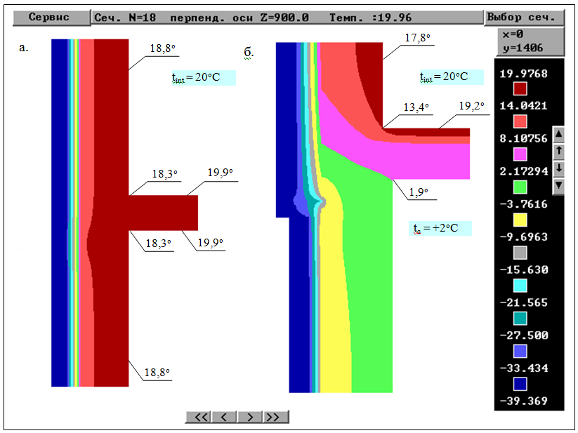


Рис.3.1. Результаты расчета распределения температур: а- узла сопряжения глухого участка наружной стены с плитами перекрытия, б- узла сопряжения цокольного участка наружной стены с плитами перекрытия

- устройство в наружном выступающем углу термовкладыша по торцу плиты перекрытия толщиной 60-80 мм длиной 400 мм (от поверхности угла в каждую сторону);

- устройство термовкладыша над плитой перекрытия в толще внутреннего слоя кирпичной кладки толщиной 40 мм сечением 250х700 мм от поверхности угла в каждую сторону (см. рис.3.4);

Это решение необходимо для всех наружных выступающих углов верхнего этажа.

Для повышения температуры поверхности в зоне сопряжения плиты перекрытия с наружной стеной (по длине плиты чердачного перекрытия) рекомендуется увеличение толщины утеплителя до 150 мм - вдоль наружных стен на расстояние 400-500 мм.

3. Оконные блоки должны быть установлены в слое утеплителя непосредственно у четверти стены. В этом случае требуемая температура внутренней поверхности оконных откосов обеспечивается без устройства каких-либо термовкладышей.

Рекомендуемые схемы установки оконных блоков приведены в приложении 3.



text = -40оС;

αext = 12 Вт/(м2 оС)

**1**

**3**

**3**

**2**

**1**

**2**

**1**

text = -40оС;

αext = 23 Вт/(м2 оС)

tint = +20оС;

αint = 8,7 Вт/(м2 оС)

Рис.3.2. Расчетная схема и граничные условия узла сопряжения наружного выступающего угла с плитами чердачного перекрытия: 1 – кирпичная кладка из силикатного кирпича γо = 1800 кг/м3, λА = 0,76 Вт/(м оС);2 – минераловатные плиты γо = 50 кг/м3, λА = 0,05 Вт/(м оС);3 кирпичная кладка из обыкновенного глиняного кирпича γо = 1800 кг/м3, λА = 0,7 Вт/(м оС);–Вт/(м оС) ; 4 – ЦПР λА = 0,76 Вт/(м оС).

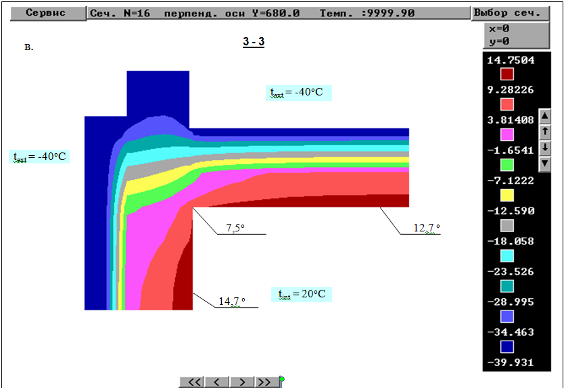
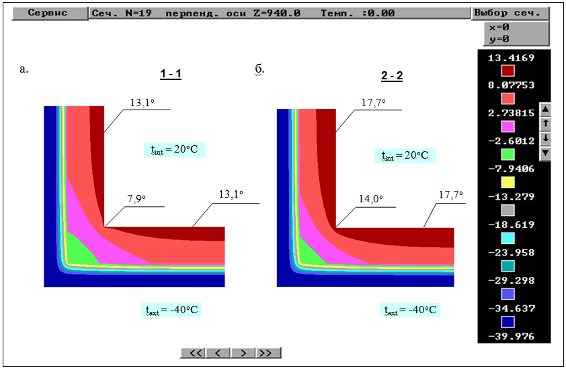


Рис.3.3. Результаты расчета распределения температур узла сопряжения наружного выступающего угла с плитами чердачного перекрытия: а – горизонтальное сечение на расстоянии 20 мм от плиты перекрытия; б - горизонтальное сечение на расстоянии 600 мм от плиты перекрытия; в – вертикальное сечение на расстоянии 10 мм от угла

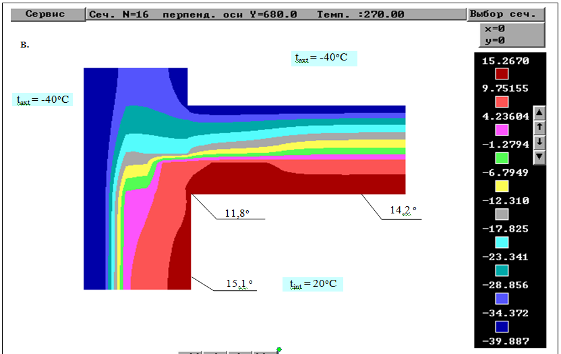
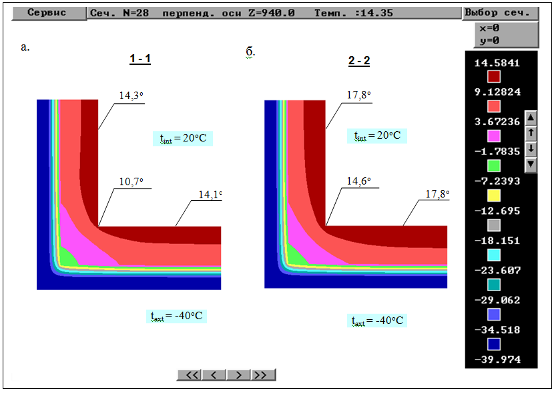


Рис.3.4. Результаты расчета распределения температур узла сопряжения наружного выступающего угла с плитами чердачного перекрытия при устройстве термовкладыша по торцу плиты и над плитой в толще стены: а – горизонтальное сечение на расстоянии 20 мм от плиты перекрытия; б - горизонтальное сечение на расстоянии 600 мм от плиты перекрытия; в – вертикальное сечение на расстоянии 10 мм от угла

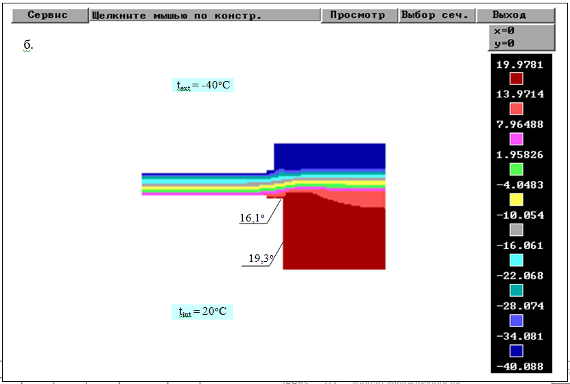
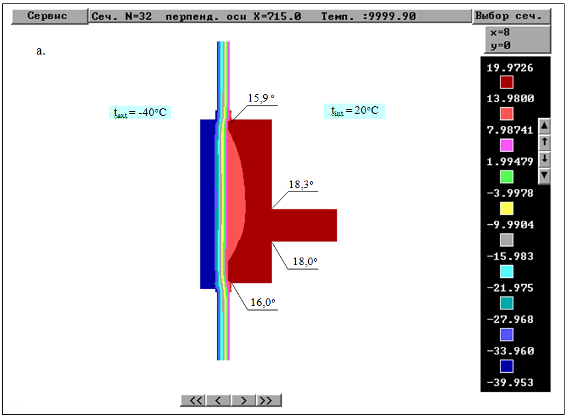


Рис.3.5. Результаты расчета распределения температур узла сопряжения наружной стены с оконным блоком: а – вертикальное сечение; б - горизонтальное сечение по центру окна

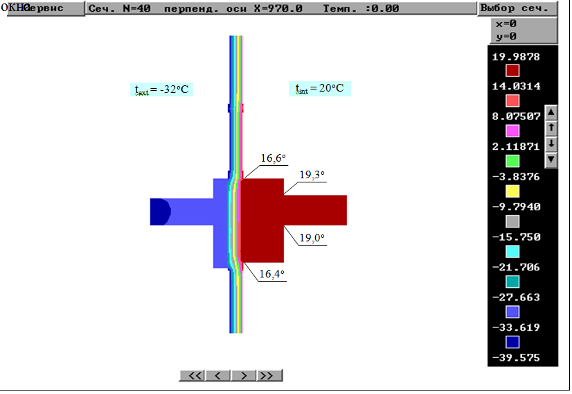


Рис.3.6. Результаты расчета распределения температур узла сопряжения наружной стены с балконными дверями

4. РАСЧЕТ ВЛАЖНОСТНОГО РЕЖИМА НАРУЖНЫХ СТЕН

4.1 Основные предпосылки расчета и исходные данные

В соответствии с СНиП II-3-79\* [2] сопротивление паропроницанию наружной стены *Rп* (в пределах от внутренней поверхности до плоскости возможной конденсации) должно быть не менее требуемого сопротивления паропроницанию из условия недопустимости накопления влаги в толще ограждающей конструкции за годовой период эксплуатации - *Rп1тр* и требуемого сопротивления паропроницанию из условия ограничения накопления влаги в ограждающей конструкции за период года с отрицательными среднемесячными температурами - *Rп2тр*.

В соответствии с [2] величина *Rп1тр* рассчитывается по формуле

*(ев - Е) ⋅ Rпн*

*Rп1тр* =⎯⎯⎯⎯⎯⎯⎯, (4.1)

*Е - ен*

где *ев* - расчетная упругость водяного пара внутреннего воздуха, Па; *Е* - упругость водяного пара в плоскости возможной конденсации за годовой период эксплуатации, Па; *ен* - средняя упругость водяного пара наружного воздуха за годовой период, Па; *Rпн* - сопротивление паропроницанию части ограждающей конструкции, расположенной между наружной поверхностью конструкции и плоскостью возможной конденсации, м2⋅ч⋅Па/мг.

В соответствии с [2] величина *Rп2тр* рассчитывается по формуле

*0,0024 ⋅ zo ⋅ (ев - Еo)*

*Rп2тр* =⎯⎯⎯⎯⎯⎯⎯⎯⎯, (4.2)

*γw ⋅ δw ⋅ Δωср + η*

где *zo* - продолжительность периода влагонакопления, сут.; *Еo* - упругость водяного пара в плоскости возможной конденсации при средней температуре наружного воздуха периода месяцев с отрицательными среднемесячными температурами, Па; *γw* - плотность материала увлажняемого слоя, кг/м3; *δw* - толщина увлажняемого слоя ограждающей конструкции, м; *Δωср* - предельно допустимое приращение расчетного массового отношения влаги в материале увлажняемого слоя за период влагонакопления, %; *η* - величина, определяемая по формуле

*0,0024 ⋅ zo ⋅ (Еo - ен.о)*

*η* =⎯⎯⎯⎯⎯⎯⎯⎯⎯, (4.3)

*Rпн*

где *ен.о* - средняя упругость водяного пара наружного воздуха периода месяцев с отрицательными среднемесячными температурами, Па.

Поскольку в СНиП 23-01-99 [4] данные, необходимые для расчета *ен.о* и *ен* даны некорректно (например, среднемесячное парциальное давление января месяца для Омска равно *ен*=140 Па, а среднемесячная температура января составит *text*= -19°С, тогда в соответствии с приложением Л СП 23-101-2000 [3] получим значение максимальной упругости водяного пара *Ен*=113 Па. Влажность наружного воздуха *ϕн* будет равна *ϕн*= ен/Ен=100·140/113=124%, что в принципе невозможно), то определение средней упругости водяного пара наружного воздуха за годовой период, а также средней упругости водяного пара наружного воздуха периода месяцев с отрицательными среднемесячными температурами выполнено на основании данных по средней месячной относительной влажности наружного воздуха, представленных в СНиП II-А.6-72.

При этом средняя относительная влажность наружного воздуха за год определялась по формуле

1

*ϕнср.год* = ⎯⋅ ∑ ϕнср.мес ,

12

а средняя упругость водяного пара наружного воздуха - соответственно:

ϕнср.год ⋅ Е

*ен* = ⎯⎯⎯⎯.

100%

В соответствии с рекомендациями [2,3] в многослойных ограждающих конструкциях с эффективным утеплителем плоскость возможной конденсации совпадает с наружной поверхностью утеплителя, то есть для рассматриваемой конструкции стены - с наружной поверхностью пенополистирола (рис.4.1).

text

tint

Плоскость возможной конденсации

Расчетные характеристики материалов:

1. кирпичная кладка из силикатного кирпича - μ=0,11 мг/м·ч·Па, λА=0,76 Вт/мºС;

2. пенополистирол плотностью 40 кг/м3 - μ=0,05 мг/м·ч·Па, λА=0,041 Вт/мºС;

3. кирпичная кладка из обыкновенного глиняного кирпича - μ=0,1 мг/м·ч·Па, λА=0,7 Вт/мºС;

4. ЦПР - μ=0,09 мг/м·ч·Па, λА=0,76 Вт/мºС;

120

140

380

20

Рис.4.1 Расположение плоскости возможной конденсации

4.2 Результаты расчета влажностного режима наружной стены

При расчетной температуре внутреннего воздуха *tвр* = +20 оС и относительной влажности внутреннего воздуха *ϕвр* = 55% [2] величина максимальной упругости водяного пара внутреннего воздуха составит *Ев* =2338 Па [3], а величина расчетной упругости водяного пара внутреннего воздуха *ев* = 0,55 ⋅ 2338 =1286 Па.

Общее сопротивление теплопередаче наружной стены (по глади) равно:

1 0,02 0,38 0,14 0,12 1

*Ro,wr* = ⎯⎯ + ⎯⎯ + ⎯⎯ + ⎯⎯ + ⎯⎯ \_+ ⎯⎯ \_= 4,3 м2⋅оС/Вт.

8,7 0,76 0,7 0,041 0,76 23

Продолжительность сезонов (зима, весна-осень, лето) и среднесезонные температуры для р.п Муромцево приняты как для г. Тары, ближайшего населенного пункта, который указан в СНиП 23-01-99

- зимний - *tср* = -15,26 оС (янв. *tср*= -19,9 оС, февр. *tср*= -18,0 оС; март *tср* = -11,4 оС; нояб. *tср*= -9,8 оС; дек. *tср*= -17,2 оС);

- весенне-осенний - *tср* = +0,35 оС (апр. *tср*=─0,1 оС, окт. *tср*=+0,8 оС);

- летний - *tср* = +13,26 оС (май *tср*=+9,1 оС, июнь *tср*=+15,5 оС; июль *tср* = +17,7 оС; авг. *tср*=+14,8 оС; сент. *tср*=+9,2 оС).

Определим значение температур в плоскости возможной конденсации для каждого периода:

*τ1* =°С;

*τ2* =°С;

*τ3* =°С.

Соответственно упругость водяного пара в этой плоскости составит согласно [3]: *Е1* = 188 Па, *Е2* = 671 Па, *Е3* = 1557 Па.

Определяем упругость водяного пара в плоскости возможной конденсации за годовой период:

1

*Е* = ⎯⎯ (188 ⋅ 5 + 671 ⋅ 2 + 1557 ⋅ 5 ) = 839 Па.

12

Сопротивление части стены, расположенной за плоскостью возможной конденсации

0,12

*RПН* = ⎯⎯ =1,09 (м2·ч·Па/мг)

0,11

Средняя температура наружного воздуха за год *tнср.год* = -0,8 оС [2], при этом Енср.год = 573 Па [3].

Средняя относительная влажность наружного воздуха за год [4]:

*ϕнср.год*= 1/12(81+79+79+74+61+65+74+78+79+82+82)=76%.

Определим величину средней упругости водяного пара наружного воздуха за годовой период:

ϕнср.год Е 76 ⋅ 537

*ен* = ⎯⎯⎯⎯= ⎯⎯⎯⎯ = 435 Па.

100% 100%

Определяем требуемое сопротивление паропроницанию *Rп1тр*

(1286-839)·1,09

*Rп1тр*= ⎯⎯⎯⎯⎯⎯ =1,21 (м2·ч·Па/мг).

839-435

Рассчитываем сопротивление паропроницанию части стены, расположенной между внутренней поверхностью и плоскостью возможной конденсации *Rпв*

0,02 0,38 0,14

*Rпв*= ⎯⎯ + ⎯⎯ + ⎯⎯ =6,48 (м2·ч·Па/мг).

0,09 0,11 0,05

*Rпв*=6,48>*Rп1тр*=1,21 (м2·ч·Па/мг).

По [2] определяем продолжительность в сутках периода влагонакопления, принимаемого равным периоду с отрицательными среднемесячными температурами наружного воздуха - *zо* = 181 сут. При этом среднюю температуру наружного воздуха месяцев с отрицательными температурами принимаем равной:

(119,9-18,0-11,4-9,8-17,2)

*tн.о*= ⎯⎯⎯⎯⎯⎯⎯⎯⎯⎯⎯ = -15,26ºС.

5

Температура в плоскости возможной конденсации *τ1*=-13,6 °С. Соответственно *Ео*=188 Па [3].

Средняя относительная влажность за зимний период по [4]:

(81+79+79+82+82)

*ϕн.о*= ⎯⎯⎯⎯⎯⎯⎯⎯ = 80,6%.

5

Соответственно *Ен.о*=162 Па [3].

Средняя упругость водяного пара наружного воздуха периода месяцев с отрицательными среднемесячными температурами составит:

162·80,6

*ен.о*= ⎯⎯⎯⎯ = 131 (Па).

100

Определим величину *η*:

0,0024·181·(188-131)

*η* = ⎯⎯⎯⎯⎯⎯⎯⎯⎯ = 22,7.

1,09

По табл.14\* [2] находим для пенополистирола Δwср=25 %. Рассчитываем величину *Rп2тр*, принимая равным γw = 40 кг/м3; δw = 0,14 м

0,0024·181·(1286-188)

*Rп2тр* = ⎯⎯⎯⎯⎯⎯⎯⎯⎯ = 2,93 (м2⋅ч⋅Па/мг).

40·0,14·25+22,7

Так как *Rпв* = 6,48 > *Rп2тр* = 2,93 м2⋅ч⋅Па/мг, следовательно требования СНиП II-3-79\* [2] выполняются и устройство дополнительной пароизоляции не требуется.

5. Анализ структуры теплопотерь проектируемого здания и оценка эффективности реализации отдельных энергосберегающих мероприятий

5.1 Расчет теплоэнергетических параметров

Общая информация о проекте.

Проектируемое здание –жилое, малоэтажное (двухэтажный жилой дом с использованием конструкций недостроенного детского сада на 140 мест). Ориентация главного фасада – юго-запад. Подвал «теплый» (температура подвала +2 оС). Чердак «холодный» (температура чердака -40,0 оС). Район строительства – р.п. Муромцево.

Расчетные условия.

1. Расчетная температура наружного воздуха *text* = -40оС;

2. Расчетная температура внутреннего воздуха здания *tint* = 20оС;

3. Расчетная температура «теплого» подвала *tс* =+2 оС;

4. Расчетная температура «холодного» чердака *tf* =-40 оС;

5. Средняя температура отопительного периода *textav* = - 8,8оС;

6. Продолжительность отопительного периода *zht* = 234 сут;

7. Градусо-сутки отопительного периода *Dd* = 6739 оС⋅сут.

Краткая характеристика объемно-планировочного решения здания.

8. Общая площадь наружных ограждающих конструкций здания составляет: *Aesum* = 2149,2 м2 в том числе:

-наружных стен выше уровня земли: *Aw* (СВ) = 271,2 м2; *Aw* (СЗ) = 74,01 м2; *Aw* (ЮВ) = 74,01 м2; *Aw*(ЮЗ) = 283,0 м2;

- окон, выходящих непосредственно на улицу: *AF* (СВ) =49,92 м2; *AF* (СЗ) = 0 м2; *AF* (ЮВ) = 0 м2; *AF*(ЮЗ) = 42,88 м2;

- окон, выходящих на остекленную лоджию: *AF* (СВ) = 31,56 м2; *AF* (СЗ) = 3,44 м2; *AF* (ЮВ) = 3,44 м2; *AF*(ЮЗ) = 28,88 м2;

- входных дверей – *Aed* = 5,76 м2;

- чердачного перекрытия «холодного» чердака – *Aс* = 640,56 м2;

- перекрытие над подвалом – *Af* = 640,56 м2.

9. Площадь отапливаемых помещений – *Ah* 1258,02 м2.

10. Площадь жилых помещений и кухонь – *Al* = 738,4 м2.

11. Площадь жилых помещений – *Ar* = 553,6 м2.

12. Отапливаемый объем здания – *Vh* = 3689,05 м3.

13. Коэффициент остекления фасада – *p* = 160,12/868,1 = 0,18.

14. Показатель компактности здания *kedes* = 2149,2/3689,05 = 0,58.

Сопоставляем полученное значение с рекомендуемым:

*kereq* =0,61 > *kedes* = 0,58.

Энергетические показатели

15. Приведенное сопротивление теплопередаче наружных ограждений Ror, (м2⋅°С)/Вт, должно приниматься не ниже требуемых значений Rоreq , рассчитанных в соответствии с СНиП II-3-79\* «Строительная теплотехника» по санитарно-гигиеническим и комфортным условиям:

- стен Rwreq = 1,72 м2⋅°С / Вт;

- окон и балконных дверей RFreq = 0,61 м2⋅°С / Вт;

- чердачное перекрытие Rсreq = 2,07 м2⋅°С / Вт;

- перекрытие подвала «теплый» подвал Rfreq = 1,03 м2⋅°С / Вт;

- входных дверей Redreq =1,2 м2⋅°С / Вт.

В рассматриваемом здании приняты проектные показатели:

- для стен здания выше уровня земли - Rwr = 3,99 м2⋅°С / Вт;

- для окон - RFr = 0,61 м2⋅°С / Вт;

- для окон, выходящих на остекленную лоджию - RFr = 0,76 м2⋅°С / Вт;

- для перекрытий «холодного» чердака – Rcr = 5,46 м2⋅°С/Вт;

- для перекрытий «теплого» подвала Rfreq = 1,79 м2⋅°С / Вт;

- для входных дверей Redr = 1,2 м2⋅°С / Вт;

16. Рассчитываем требуемый воздухообмен здания - из расчета обеспечения 3 м3/ч на 1 м2 площади пола жилых комнат (СНиП 2.08.01-89\*), принимая продолжительность работы естественной вентиляции 24 часа в сутки:

*Lides*= 3·553,6 = 1660,8 м3/ч.

Теплоэнергетические показатели

17. Общие теплопотери через ограждающие конструкции здания за отопительный период *Qh* , в частности:

- через наружные стены здания выше уровня земли (с учетом добавок на ориентацию)

*Qh,wdes* = 0,0036⋅1·(271,2·1,1+74,01·1,1+74,01·1,05+283,0·1,0)⋅(20+40)/3,99 = 40,08 МДж/ч;

- через окна (с учетом добавок на ориентацию)

*Qh,Fdes*=0,0036⋅1·(49,92·1,1+0·1,1+0·1,05+42,88·1,0)⋅(20+37)/0,61+0,0036⋅1·(31,56·1,1+3,44·1,1+3,44·1,05+28,88·1,0)⋅(20+40)/0,76= 54,80 МДж/ч;

- через чердачное перекрытие «холодного» чердака (с учетом коэффициента соприкосновения с наружным воздухом n = 0,9)

*Qh,сdes* = 0,0036⋅ 640,56 ⋅(20+40)⋅0,9 /5,46 = 22,81 МДж/ч;

- через входные двери (с учетом добавки β=0,27H)

*Qh,eqdes* = 0,0036⋅1·5,76·2,98·(20+40)/1,2 = 3,09 МДж/ч;

- через перекрытие над подвалом, с учетом коэффициента n= (20-2)/(20-(-40))=0,3.

*Qh,fdes* = 0,0036⋅ 640,56⋅(20+40)⋅0,3/1,79 = 23,19 МДж/ч;

Общие теплопотери через ограждающие конструкции здания за отопительный период *Qh,I* определяем:

- через наружные стены здания выше уровня земли

*Qh,w* = 40,08·6739·24/(20+40) = 108054 МДж/год;

- через окна (с учетом добавок на ориентацию)

*Qh,F* = 54,80·6739·24/(20+40) = 147736 МДж/год;

- через чердачное перекрытие «холодного» чердака

*Qh,с* = 22,81·6739·24/(20+40) = 61480 МДж/год;

- через входные двери

*Qh,eq* = 3,09·6739·24/(20+40) = 8334 МДж/год;

- через перекрытие над подвалом

*Qh,f* = 23,19·6739·24/(20+40) = 62510 МДж/год;

Общие теплопотери через ограждающие конструкции здания за отопительный период составят:

*Qh* = 108054+147736+61480+8334+62510 = 388113 МДж/год.

18. Расчетные затраты теплоты на подогрев приточного вентиляционного воздуха:

*Qides*=1·3·553,6·(20+40)·(353/(273+8,8))·0,001 = 124,8 МДж/ч.

Затраты теплоты на подогрев приточного вентиляционного воздуха за отопительный период:

*Qi*= 124,8·6739·24/(20+40) = 336489 МДж/год.

19. Расчетные бытовые теплопоступления в здание (из расчета 10 Вт на 1 м2 площади пола жилых комнат и кухонь):

*Qintdes* = 0,0036·10·738,4 = 26,58 МДж/ч.

Общие бытовые теплопоступления в здание за отопительный период:

*Qint* = 26,58·234·24 = 149287 МДж/год.

20. Теплопоступления в здание через окна от солнечной радиации за отопительный период *Qs*, МДж, определяются по формуле, принимая для окон, выходящих на север-восток *I*= 965 МДж/(м2·год), на северо-запад *I*= 965 МДж/(м2·год), на юго-восток *I*= 1901 МДж/(м2·год), на юго-запад *I*= 1901 МДж/(м2·год); τF=0,5; kF = 0,76.

*Qs* = 0,5 ⋅ 0,76 ⋅ (81,48·965+3,44·965+3,44·1901+71,76·1901) = 85463 МДж/год.

21. Потребность в тепловой энергии на отопление здания за отопительный период *Qhy* определяем с учетом ν= 0,8 и ζ= 0,85 (в однотрубной системе отопления с термостатами и без авторегулирования на вводе в здание).

*Qh*y = 388113 +336489-(149287+85463)·0,8·0,85 = 564972 МДж/год.

22. Расчетный удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период *qhdes* определяется:

*qhdes* = 564972/1258,02 = 449,1 МДж/(м2· год).

Сопоставление с нормативными требованиями.

23. Нормативный удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период *qhreq* = 680 МДж/(м2· год).

24. Сопоставляем значения расчетного *qhdes* и нормативного *qhreq* удельных расходов тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания. Так как *qhdes* = 449,1 МДж/(м2· год)< *qhreq* = 680,0 МДж/(м2· год), считаем, что уровень теплозащитных качеств ограждающих конструкций достаточен.

5.2 Анализ структуры теплопотерь проектируемого здания и оценка эффективности реализации отдельных энергосберегающих мероприятий

Стуктура теплопотерь через ограждающие конструкции проектируемого здания представлена на рис.4.1.1 и рис.4.1.2.

Анализ величины теплопотерь показывает, что основную долю в теплопотерях здания составляют наружные стены и окна.

В табл.4.1.1 и на рис.4.1.3 представлены результаты расчета удельного теплопотребления проектируемого здания в зависимости от величины приведенного сопротивления теплопередаче наружных стен при различной эффективности авторегулирования системы отопления.

Анализ результатов расчетов позволил сделать следующие выводы:

1. Повышение приведенного сопротивления теплопередаче наружных стен позволяет снизить расчетное удельное теплопотребление проектируемого здания, однако эффективность такого повышения относительно невелика. Так, при увеличении приведенного сопротивления теплопередаче стены с 1,72 до 2,40 м2⋅°С/Вт, удельный годовой расход тепла *qhdes* (при ζ=0,5) уменьшается с 614,7 МДж/(м2⋅год) до 558,2 МДж/(м2⋅год), то есть на 9,2%. Дальнейшее повышение сопротивления теплопередаче стен – с 2,40 до 3,99 м2⋅°С/Вт обеспечивает сокращение *qhdes* - с 558,2 МДж/(м2⋅год) до 501,3 МДж/(м2⋅год), то есть на 10,1%, дальнейшее повышение *Rо,wr* до 4,2 м2⋅°С/Вт - обеспечивает сокращение *qhdes* - с 501,3 МДж/(м2⋅год) до 497,1 МДж/(м2⋅год), то есть на 0,9%. Снижение влияния теплозащитных качеств наружных стен на удельное теплопотребление проектируемого здания обусловлено сокращением доли потерь тепла через наружные стены в общем тепловом балансе здания.

2. Гораздо больший эффект может быть достигнут за счет регулирования подачи тепла от системы отопления – при устройстве систем отопления с термостатирующими кранами, с вертикальной однотрубной разводкой трубопровода системы отопления и авторегулированием на вводе в здание. Так при сохранении теплозащитных качеств наружных стен проектируемого здания на уровне 3,99 м2⋅°С/Вт, но при устройстве однотрубной системы отопления с поквартирным учетом тепловой энергии и без центрального авторегулирования (ζ=0,85) удельный расход тепловой энергии составит *qhdes* = 449,1 МДж/(м2⋅год). То есть при использовании более эффективной системы отопления могут быть достигнуты практически те же показатели, что и при повышении теплозащитных качеств наружных стен.

Данные результаты обусловлены тем, что повышение эффективности управления системой отопления здания позволяет более полно учесть теплопоступления от солнечной радиации и бытовые теплопоступления (снизить вероятность перетопа здания).

Таблица 4.1.1

# Результаты расчета удельного расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию 20-ти квартирного жилого дома в р.п. Муромцево при различных значениях приведенного сопротивления теплопередаче стен и эффективности авторегулирования системы отопления

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Приведенное сопротивление теплопередаче наружных стен  *Rо,wr* , м2⋅°С/Вт | Удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания *qhdes*, МДж/(м3⋅год) при различной эффективности авторегулирования системы отопления | | |
| ζ=0,5 | ζ=0,7 | ζ=0,85 |
| 1,72 | 614,7 | 584,8 | 562,5 |
| 2,40 | 558,2 | 528,4 | 506,0 |
| 3,20 | 522,5 | 492,7 | 470,3 |
| 3,99 | 501,3 | 471,5 | 449,1 |
| 4,20 | 497,1 | 467,2 | 444,8 |
| 4,80 | 384,9 | 457,2 | 434,6 |

0

цок. пер-е

вх. двери

окна

стены

черд. пер-е

20000

40000

60000

80000

100000

120000

140000

Q, МДж/год

Рис.4.1.1 Структура распределения потерь тепла через отдельные ограждающие конструкции проектируемого здания

от солн. рад-ии

бытовые

на вент-ю

через ОК

-400000

-200000

0

200000

400000

600000

Q, МДж/год

Рис.4.1.2. Структура распределения потерь тепла здания





Рис.4.1.3. Зависимость удельного годового расхода тепла на отопление и вентиляцию здания от сопротивления теплопередаче наружных стен при различной эффективности системы отопления

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ проектных решений 20-ти квартирного жилого дома с использованием конструкций недостроенного детского сада на 140 мест в р.п. Муромцево (разработчик проекта – ООО «СИБСТРОЙПРОЕКТ», шифр проекта – ССП-1), результаты теплотехнических и теплоэнергетических расчетов, сопоставление полученных значений с требованиями ТСН 23-338-2002 Омской области позволили сделать следующие выводы:

1. Теплозащитные качества ограждающих конструкций проектируемого здания соответствуют требованиям СНиП II-3-79\* «Строительная теплотехника» по санитарно-гигиеническим и комфортным условиям:

- расчетное значение среднего приведенного сопротивления теплопередаче наружных стен составляет *Rо,wr,ср* = 3,99 м2⋅оС/Вт, что существенно выше минимально допустимого по санитарно-гигиеническим условиям *Rоmin* = 1,72 м2 ⋅оС/Вт;

- расчетное значение сопротивления теплопередаче цокольного перекрытия над «теплым» подвалом составляет *Rоfr* = 1,79 м2⋅°С/Вт при регламентируемом значении *Rоfreq* = 1,03 м2⋅°С/Вт;

- расчетное значение сопротивления теплопередаче чердачного перекрытия «холодного» чердака составляет *Ro,cr* = 5,46 м2 ⋅оС/Вт, при регламентируемом значении *Ro,crеg* = 2,07 м2 ⋅оС/Вт;

- приведенное сопротивление теплопередаче оконных блоков - *RоFr* = 0,61 м2⋅°С/Вт при регламентируемом значении *RоFreg* = 0,61 м2⋅°С/Вт.

2. Минимальная температура внутренней поверхности ограждающих конструкций в местах теплопроводных включений существенно выше температуры «точки росы», за исключением узлов сопряжений наружного выступающего угла с плитой чердачного перекрытия.

В этих узлах необходимо:

- устройство в наружном выступающем углу термовкладыша по торцу плиты перекрытия толщиной 60-80 мм длиной 400 мм (от поверхности угла в каждую сторону);

- устройство термовкладыша над плитой перекрытия в толще внутреннего слоя кирпичной кладки толщиной 40 мм сечением 250х700 мм от поверхности угла в каждую сторону (см. рис.3.4);

Это решение необходимо для всех наружных выступающих углов верхнего этажа.

Для повышения температуры поверхности в зоне сопряжения плиты перекрытия с наружной стеной (по длине плиты чердачного перекрытия) рекомендуется увеличение толщины утеплителя до 150 мм - вдоль наружных стен на расстояние 400-500 мм.

3. Для обеспечения регулируемого притока воздуха в жилые помещения рекомендуется устройство приточных вентиляционных клапанов марки «В-75», встраиваемых в наружную стену за отопительным прибором. Характеристика и схема установки приточных устройств «В-75» приведена в приложении 4.

4. Расчетные показатели удельного расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию 1 м2 отапливаемой площади проектируемого здания соответствуют нормативным требованиям ТСН 23-338-2002 Омской области.

Расчетный удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию проектируемого здания при коэффициенте эффективности авторегулирования системы отопления ς=0,85 составляет *qhdes* = 449,1 МДж/(м2⋅год); нормативное значение удельного расхода тепловой энергии составляет *qhreg* = 680,0 МДж/(м2⋅год).

В соответствии с табл.4.4 ТСН 23-338-2002 Омской области запроектированному 20-ти квартирному жилому дому с использованием конструкций недостроенного детского сада на 140 мест в р.п. Муромцево может быть присвоена категория теплоэнергетической эффективности «высокая».

5. Высокие характеристики теплоэнергетической эффективности запроектированного здания обусловлены:

- высокими теплозащитными качествами ограждающих конструкций;

- устройством однотрубной системы водяного отопления с поквартирным учетом тепловой энкергии (ζ=0,85).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

здание ограждающая конструкция теплопотери

1. ТСН 23-338-2002 Омской области. Энергосбережение в гражданских зданиях. Нормативы по теплопотреблению и теплозащите. – Омск, 2002. – 42 с.

2. СНиП II-3-79\*. Строительная теплотехника/ Госстрой России. - М.:ГУП ЦПП, 1998. – 29 с.

3. СП 23-101-2000. Проектирование тепловой защиты зданий. – М., Госстрой России, ГУП ЦПП, 2001. – 96 с.

4. СНиП 23-01-99. Строительная климатология/ Госстрой России, ГУП ЦПП, 2000. – 58 с.

5. Расчет и проектирование ограждающих конструкций зданий: Справочное пособие к СНиП / НИИСФ. - М.: Стройиздат, 1990. - 233 с.

6. Серия 2.130-8. Детали многослойных кирпичных и каменных наружных стен жилых и общественных зданий. ЦИТП Госстроя СССР, 1988.

7. Кривошеин А.Д., Федоров С.В. Руководство пользователя программным комплексом "TEMPER" по расчету температурных полей ограждающих конструкций зданий/ СибАДИ. - Омск, 1997. - 36 с.

8. СНиП 2.04.05-91. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха

Приложение 1

##### Определение геометрических характеристик ограждающих конструкций 20-ти квартирного жилого дома в р.п. муромцево с использованием конструкций недостроенного детского сада на 140 мест

1

2

4

СВ

ЮЗ

54210

11920

3

Рис.П.1.1 Расчетная схема здания

#### Таблица П1.1

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Ориентация стены | Эскиз стен | Площади, м2 |
| 1  6530  54010  1  2  3  1  3  1  3  2  1  Остекление:  1.-2,84 м2;  2.-1,98 м2;  3.-2,63 м2. | северо-восток |  | АF1 = 49,9 м2;  АF2 = 31,56 м2;  Аed = 0 м2;  Аw = 271,2 м2. |
| 2  6530  11860  1  Остекление:  1.-1,72 м2. | юго-восток |  | АF1 = 0 м2;  АF2 = 3,44 м2;  Аed = 0 м2;  Аw = 74,01 м2. |
| 3  Остекление:  1.-2,41 м2;  2.-3,61 м2;  3.-1,08 м2.  Входная дверь:  4.- 2,88 м2.  6530  54010  1  2  1  3  3  2  1  4 | юго-запад |  | АF1 = 42,88 м2;  АF2 = 28,88 м2;  Аed = 0 м2;  Аw = 283,0 м2. |
| 4  6530  11860  1  Остекление:  1- 1,72 м2. | северо-запад |  | АF1 = 0 м2;  АF2 = 3,44 м2;  Аed = 0 м2;  Аw = 74,01 м2. |

Таблица П1.2

Сводные геометрические показатели ограждающих конструкций

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование ограждающей конструкции | Площадь ограждающей конструкции Аi, м2 ,  ориентированной на: | | | |
| север-восток | юг-восток | юго-запад | северо-запад |
| Стены выше уровня земли | 271,2 | 74,01 | 283,0 | 74,01 |
| Окна, выходящие непосредственно на улицу | 49,92 | 0 | 42,88 | 0 |
| Окна, выходящие на остекленные лоджии | 31,56 | 3,44 | 28,88 | 3,44 |
| Входные двери | 0 | 0 | 5,76 | 0 |
| Чердачное перекрытие | 640,56 | | | |
| Перекрытие подвала | 640,56 | | | |
| Площадь жилых комнат и кухонь | 738,4 | | | |
| Площадь жилых комнат | 553,6 | | | |
| Отапливаемая площадь | 1258,02 | | | |
| Отапливаемый объем, м3 | 3689,05 | | | |

