



Тел./факс: +7(495)925-11-89

Email: expert@teststroy.ru

<http://www.teststroy.ru>

Утверждаю



Генеральный директор

ООО «Тестстрой»

Келье П. П.

«05» «февраля» 2010г.

«Теплотехнический расчет навесной фасадной системы «Термотах-V»-10 на наружных стенах жилого дома серии II-18-01/12 г. Москвы»

Подготовил:

 Будатов А. В.

«05» февраля 2010г.

кандидат наук, эксперт 2 уровня

теплового неразрушающего контроля

зданий и сооружений **квалификационное**

удостоверение №34-6383-2009

Россия, г. Москва, 2010 г.

Содержание

1. Введение.....	3
2. Описание системы.....	4
3. Постановка задачи теплотехнического расчета.....	4
3.1. Цель работы.....	4
3.2. Описание объекта работы.....	5
3.3. Расчетные параметры наружной и внутренней среды.....	5
3.4. Расчетные теплотехнические показатели материалов.....	6
4. Методика расчета.....	6
5. Результаты расчетов.....	7
6. Выводы.....	8
7. Рекомендации.....	9

Приложения:

- Приложения к теплотехническим расчетам [1-6], 12 листов;
- Приложение А, 2 листа;
- Приложение Б, 2 листа.

1. Введение

1.1. В соответствии с Федеральным Законом РФ от 23 ноября 2009 г. №261-ФЗ об «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации»:

«... Здания, строения и сооружения должны соответствовать требованиям энергетической эффективности. Требования энергетической эффективности зданий, строений, сооружений должны включать в себя:

- ...
- требования к влияющим на энергетическую эффективность зданий, строений, сооружений архитектурным, функционально-техническим, конструктивным и инженерно-техническим решениям;
- требования к отдельным элементам, конструкциям зданий, строений и сооружений и к их свойствам, к используемым в зданиях, строениях, сооружениях устройствам и технологиям, а также требования к включаемым в проектную документацию и применяемым при строительстве, реконструкции, капитальном ремонте зданий, строений, сооружений технологиям и материалам, позволяющие исключить нерациональный расход энергетических ресурсов как в процессе строительства, реконструкции, капитального ремонта зданий, строений, сооружений, так и в процессе их эксплуатации;
- ...»

«... Не допускается ввод в эксплуатацию зданий, строений, сооружений, построенных, реконструированных, прошедших капитальный ремонт и не соответствующих требованиям энергетической эффективности...»

«... Застройщики обязаны обеспечить соответствие зданий, строений, сооружений требованиям энергетической эффективности и требованиям оснащенности их приборами учета используемых энергетических ресурсов путем выбора оптимальных архитектурных, функционально-технологических, конструктивных и инженерно-технических решений и их надлежащей реализации при осуществлении строительства, реконструкции, капитального ремонта.»

1.2. Подтверждение пригодности продукции по теплофизическим характеристикам, в соответствии с данным Научно-техническим отчетом по теплозащитным свойствам, не является подтверждением соответствия теплофизических показателей данной продукции при использовании на конкретном здании, строении и сооружении.

Настоящее Введение представляется в порядке информации.

2. Описание системы

2.1. Фасадная система «Термотах-V» -10 является многослойной конструкцией и состоит из минераловатных плит утеплителя, закрепленных на основании при помощи тарельчатых дюбелей и наружной облицовки из керамогранитных плит, закрепленных на вертикальном несущем каркасе при помощи кляммеров. Вертикальные направляющие каркаса закрепляются на стене здания при помощи кронштейнов и анкерных дюбелей или анкеров. Облицовка из керамогранитных плит обеспечивает эстетичный внешний вид здания и защищает от внешних атмосферных воздействий закрепленный на стене здания слой утеплителя. Конструкция каркаса, толщина утеплителя, наличие или отсутствие защитной мембраны, габаритные размеры плит облицовки и тип крепежных изделий определяются проектной документацией на фасадную систему для каждого конкретного объекта.

2.2. Конструкции системы предназначены для устройства облицовки фасадов зданий и других строительных сооружений керамогранитными плитами и утепления стен с наружной стороны в соответствии с требованиями действующих норм по тепловой защите зданий.

2.3. Конструкции системы применяются для устройства навесных фасадных систем вновь строящихся и реконструируемых зданий и сооружений различных уровней ответственности, всех степеней огнестойкости и классов функциональной и конструктивной пожарной опасности по СНИП 21-01-97 в следующих районах и местах строительства:

- относящиеся к различным ветровым районам по СНИП 2.01.07-85 с учетом расположения и высоты возводимых зданий и сооружений;
- с обычными геологическими и геофизическими условиями, а также на просадочных грунтах 1-го типа по СНИП 2.01.01-83 и на вечномерзлых грунтах в соответствии с 1-м принципом по СНИП 2.02.04-88;
- с различными температурно-климатическими условиями по СНИП 23-01-99 в сухих и нормальных зонах влажности;
- с неагрессивной, слабоагрессивной и среднеагрессивной окружающей средой по СНИП 2.03.11-85.

3. Постановка задачи теплотехнического расчета

3.1. Цель работы

Определить приведенное сопротивление теплопередачи и коэффициент теплотехнической однородности наружных стен 12-этажного жилого дома серии И-18-01/12 с навесным вентилируемым фасадом системы «Термотах-V»-10 для климатических условий г. Москвы.

3.2. Описание объекта работы

Односекционный 12-этажный многоквартирный дом серии II-18-01/12. Наружные стены – двухслойные панели толщиной 400 мм: наружный слой толщиной 60 мм из тяжелого бетона М300, внутренний, толщиной 340 мм – из керамзитобетона М340 объемным весом 1000 кг/м³.

Для облицовки и утепления здания при капитальном ремонте предлагается система вентилируемого фасада (НФС) «Термотах-V»-10 (вертикальная алюминиевая) с применением керамогранитных плит с кляммерным креплением согласно Альбома технических решений. Крепление системы к стене осуществляется при помощи базового несущего и основного опорного кронштейнов. Для крепления кронштейнов применяются анкерные фасадные дюбели. Для устранения мостика холода под кронштейны устанавливаются прокладки согласно Альбома технических решений.

В качестве утеплителя используют теплоизоляционные минераловатные плиты ВЕНТИ БАТТС плотностью 110 кг/м³ толщиной 120 мм. Утеплитель крепится к стене полимерными тарельчатыми дюбелями.

3.3. Расчетные параметры наружной и внутренней среды

Расчетные параметры наружной и внутренней среды приведены в таблице 1.

Таблица 1

Расчетные параметры наружной и внутренней среды

Параметры	Значения параметров	Источник
1. Район строительства	г. Москва	-
2. Расчетная температура наружного воздуха, t^{ext} , °C	-26	МГСН 2-01-99
3. Расчетная температура внутреннего воздуха, t^{int} , °C	20	ГОСТ 30494-96, табл.1
4. Температура точки росы внутреннего воздуха, t^d , °C	10,7	СП 23-101-2004, прил. Р
5. Коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции, α_{int} , Вт/(м ² ·°C)	8,7	СНиП 23-02-2003, табл. 7
6. Коэффициент теплоотдачи наружной поверхности стены, обращенной в сторону вентилируемой воздушной прослойки, α_{int} , Вт/(м ² ·°C)	10,8	СП 23-101-2004, п.9.1.2
7. Влажностный режим помещений	Нормальный	СНиП 23-02-2003, табл. 1

8. Зона влажности территории строительства	Нормальный	СНиП 23-02-2003, прил. В
9. Условия эксплуатации ограждающих конструкций	Б	СНиП 23-02-2003, табл. 2

3.4. Расчетные теплотехнические показатели материалов

Расчетные теплотехнические показатели материалов при эксплуатационной влажности для условия «Б» приведены в таблице 2.

Таблица 2

Расчетные теплотехнические показатели материалов

Материал	Коэффициент теплопроводности, Вт/(м ² ·°С)	Источник
1. Керамзитобетон, $\rho=1000 \text{ кг/м}^3$	0,52	СП 23-101-2004, прил. Д
2. Тяжелый бетон, $\rho=2400 \text{ кг/м}^3$	1,86	СП 23-101-2004, прил. Д
3. Цементно-песчаный раствор, $\rho=1800 \text{ кг/м}^3$	0,93	СНиП II-3-79, приложение 3*
4. Минераловатные плиты ВЕНТИ БАТТС, $\rho=100 \text{ кг/м}^3$	0,045	ТУ 5762-003-45757203-05
5. Алюминий	221	СНиП II-3-79, приложение 3*

4. Методика расчета

Расчет сопротивления теплопередаче наружной стены с использованием НФС выполнен в соответствии со СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий» и СП 23-101-2004 «Проектирование тепловой защиты зданий» с применением программных средств расчета температурных полей (сертификаты №РОСС RU.СП11.Н00176 и RU.СП15.Н00098).

Расчет приведенного сопротивления теплопередаче наружной стены с навесным вентилируемым фасадом выполняется для периодической зоны рядового участка фасада.

Определение приведенного сопротивления теплопередачи участков стен с кронштейном происходит на основании расчета температурного поля. При этом расчетный участок моделируется цилиндром, одно основание которого является внутренней поверхностью ограждения, а другое – поверхностью в воздушном зазоре. Части кронштейна моделируются цилиндрами, с периметром и площадью поперечного сечения, равными

периметру и площади поперечного сечения соответствующей части кронштейна.

Определение приведенного сопротивления теплопередачи всей рассматриваемой конструкции происходит как средневзвешенное приведенным сопротивлений теплопередачи участков стены с кронштейнами и без них.

Коэффициент теплотехнической однородности определяется как частное от деления приведенного сопротивления теплопередачи всей рассматриваемой неоднородной конструкции на сопротивление теплопередачи однородной конструкции (идентичная конструкция, но без теплопроводных включений типа «кронштейн»).

На границах ограждения принимаются условия теплообмена третьего рода. Наружная граница расчетной зоны проходит по внутренней границе воздушного зазора. В месте сечения кронштейна границей расчетной зоны происходит нарушение граничных условий, обусловленное прохождением через кронштейн больших тепловых потоков и неучтенным влиянием подконструкции и наружного облицовочного слоя, находящихся в непосредственном контакте с кронштейном. Кронштейн рассматривается как линейный проводник теплоты. Учет потерь теплоты кронштейном в воздушной прослойке за счет теплообмена с воздухом приводит к схеме баланса с одним местом входа теплоты (место крепления кронштейна к стене) и двумя местами выхода теплоты (воздушная прослойка и направляющая с облицовкой). Процесс описывается одномерным стационарным уравнением теплопроводности. На обоих концах кронштейна записываются граничные условия первого рода. В воздушном зазоре записывается уравнение конвективного теплообмена поверхности кронштейна с воздухом в зазоре. Так как температура части кронштейна, соприкасающейся со стеной, заранее неизвестна, то расчет температурного поля производится совместно с вычислениями методом итераций.

Дальнейшие теплотехнические расчеты происходят как для однородной конструкции, но с учетом полученного коэффициента теплотехнической однородности всей конструкции.

5. Результаты расчетов

Расчет температурного поля и приведенного сопротивления теплопередаче неоднородной конструкции, произведенный согласно методики п.5 показал, что приведенное сопротивление участка конструкции с теплопроводным включением типа «кронштейн несущий» составляет $3,145 \text{ м}^2 \times \text{°C} / \text{Вт}$. (Расчет приводится в Приложении №1). Для теплопроводного включения типа «кронштейн опорный» приведенное сопротивление теплопередаче составляет $3,176 \text{ м}^2 \times \text{°C} / \text{Вт}$ (Расчет приводится в Приложении №2).

Расчет приведенного сопротивления теплопередаче однородной конструкции (т.е. без учета влияния подконструкции и крепежных элементов) показал, что приведенное сопротивление рассматриваемой однородной конструкции

составляет $3,629 \text{ м}^2 \times \text{°C} / \text{Вт}$. (Расчет приводится в Приложении №3).

Таким образом, коэффициент теплотехнической однородности рассматриваемой неоднородной конструкции составил:

- для несущего кронштейна: $(3,145 / 3,629) = 0,866$;
- для опорного кронштейна: $(3,176 / 3,629) = 0,875$.

Приведенное сопротивление теплопередаче однородной конструкции с учетом коэффициента теплотехнической однородности для несущего и опорного кронштейнов составило $3,157 \text{ м}^2 \times \text{°C} / \text{Вт}$ (расчет приводится в Приложении №4).

В приложениях №5 и №6 методом граничных элементов рассчитывается поле упругости пара с учетом температурного поля и агрессивности материалов строится поле относительной влажности воздуха в порах материала. Как для случая опорного кронштейна, так и для несущего кронштейна не выявлено случаев накопления влаги в конструктивных слоях базового материала.

Таким образом рассматриваемая конструкция при любом возможном сочетании несущих и опорных кронштейнов на рассматриваемом материале основания (двухслойная панель) удовлетворяет требованиям СНиП 23-101-2004 «Проектирование тепловой защиты зданий» по нормативному перепаду температур, минимально необходимому значению сопротивлению теплопередаче и на предмет соответствия санитарно-гигиеническим и комфортным условиям.

6. Выводы

6.1. Конструкция НФС «Термотах-V» -10 при использовании утеплителя Венти Баттс, толщиной 120 мм (плотность 110 кг/м³, коэффициент теплопроводности 0,046 Вт/(м²×°C) на рассматриваемом в отчете материале основания (двухслойная плита) удовлетворяет для г. Москва требованиям СНиП 23-101-2004 «Проектирование тепловой защиты зданий» по всем нормируемым показателям: перепаду температур, минимально необходимому значению сопротивлению теплопередаче, соответствию значения сопротивления теплопередаче санитарно-гигиеническим требованиям и комфортным условиям.

6.2. Отдельным образом стоит отметить инженерную реализацию опорного кронштейна, который в сравнении с несущим кронштейном имеет меньшую площадь поверхностного сечения пятна контакта кронштейна с материалом основания. Для опорного кронштейна стоит также отметить использование полипропилена в качестве термопрокладки. Полипропилен в отличие от паронита является термоизолирующим материалом, свойства которого позволяют в той или иной степени использовать его для реализации терморазрывов.

6.3. Поскольку опорный кронштейн имеет сложную пространственную геометрию, то настоятельно рекомендуется соблюдать все правила монтажа данной системы во избежание образования воздушных прослоек холодного воздуха вокруг пятки кронштейна и смятия утеплителя в более верхних слоях.

6.4. Принимая во внимание тот факт, что задачи моделирования пространственных тепловых полей решается численным методом, то настоятельно рекомендуется провести лабораторные испытания сборной части конструкции на предмет соответствия расчетных значений реальным теплотехническим показателям.

7. Рекомендации

7.1. Рекомендуется рассмотреть возможность уменьшения площади поперечного сечения как опорного, так и несущего кронштейнов.

7.2. Рекомендуется рассмотреть возможность выполнения термопрокладки под пятку несущего кронштейна не из паронита, а из полипропилена.

7.3. Имитационное моделирование различных вариантов исполнения системы указало на тот факт, что максимально значимое улучшение теплотехнических показателей системы происходит при применении термопрокладки между кронштейном и его удлинителем (данное соединение должно находиться в толще утеплителя).

7.4. Рекомендуется отдельным образом рассмотреть узлы примыкания оконных блоков как наиболее проблемных теплотехнических мест в конструкциях НФС.

Приложения к теплотехническим расчетам

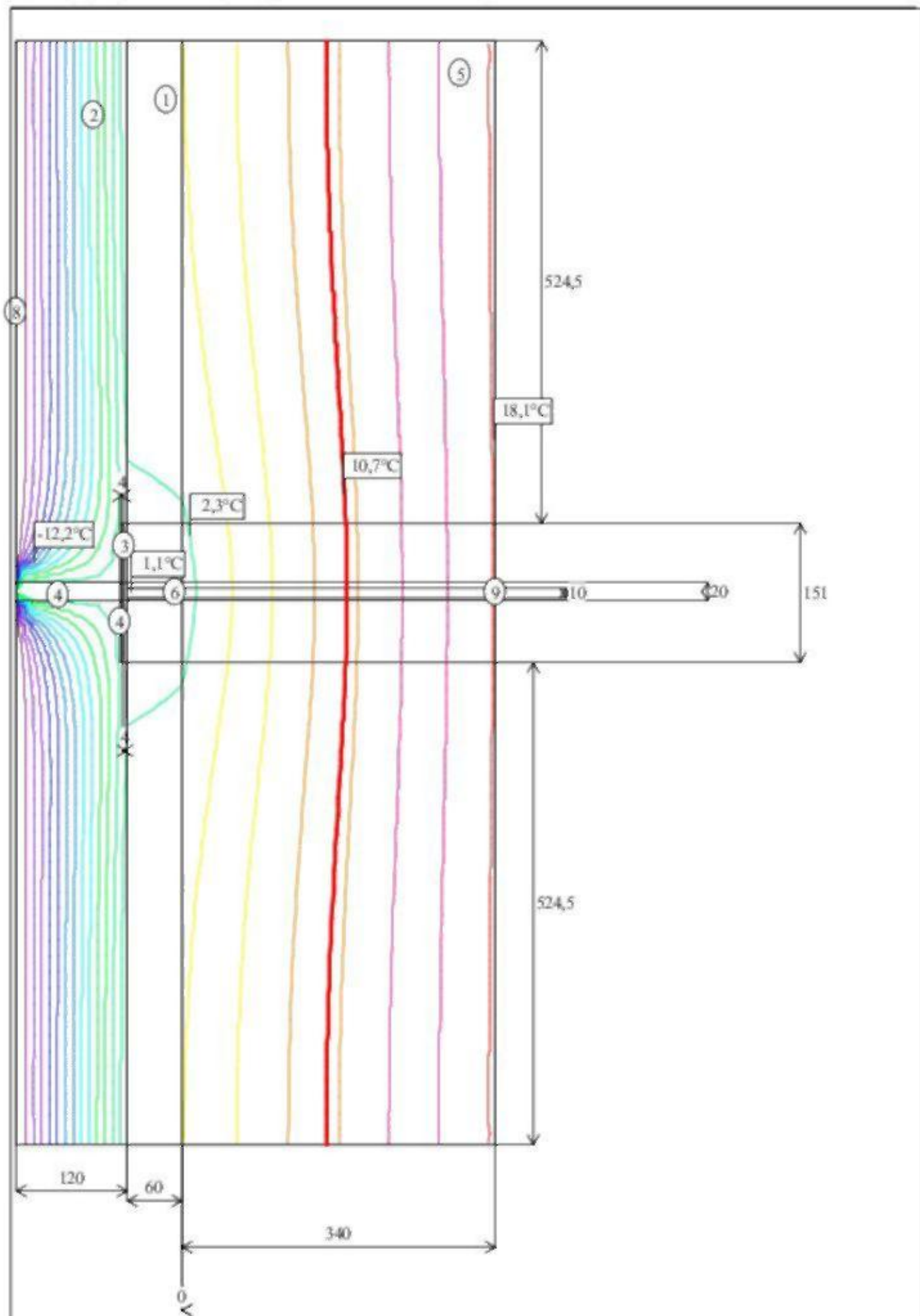
[1-6]

Расчет температурного поля и приведенного сопротивления теплопередаче неоднородной конструкции

Город: Москва
 Объект: Приложение №1: Кронштейн несущий (двухслойная панель, утеплитель 120мм)
 Подобъект:
 Тип здания: Жилые, лечебно-профилактические и детские учреждения, школы, интернаты
 Тип конструкции: Наружная стена
 Температура внутреннего воздуха t_{int} : 20,0 °C
 Влажность внутреннего воздуха ϕ_{int} : 55 %
 Температура наружного воздуха t_{ext} : -28,0 °C
 Условия эксплуатации в зоне влажности: Б
 Средняя температура отопительного периода $t_{от}$: -3,1 °C
 Продолжительность отопительного периода $z_{от}$: 214 суток
 По формуле (1) СП 23-101-2004 ГСОП= $(t_{int}-t_{ext})z_{от}$ = 4943 град.сут.
 Согласно таблицы 6 СНиП 23-02-2003 коэффициент положения наружной поверхности $\mu = 1,0$
 По температуре и влажности внутреннего воздуха по таблице из "Приложения Р" СП 23-101-2004 находим температуру точки росы $t_d = 10,7$ °C
 Согласно таблицы 5 СНиП 23-02-2003 нормативный температурный перепад $\Delta t_n = 4,0$ °C
 По таблице 4 СНиП находим нормируемое значение сопротивления теплопередаче $R_{req1} = 3,130, \text{ м}^2\text{С/Вт}$
 По формуле (3) СНиП 23-02-2003 рассчитываем требуемое сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций, отвечающих санитарно-гигиеническим и комфортным условиям

$$R_{req} = \frac{\mu(t_{ext} - t_{от})}{\Delta t_n \alpha_{ext}} = 1,379, \text{ м}^2\text{С/Вт}$$

Изм.	К.уч.	Лист	№рек	Подпись	Дата	Приложение №1: Кронштейн несущий (двухслойная панель, утеплитель 120мм)	1
							Лист



Изм.	К.уч.	Лист	Нарк.	Подпись	Дата	Приложения №1: Кронштейн несущий (двухслойная панель, утеплитель 120мм)	2
							Лист

№	Материал	λ , Вт/(м °С)
9	Внутренний воздух	0,000
8	Граница (условная) конструкции	0,000
7	Наружный воздух	0,000
6	Керамзитобетон на керам. песке 4, плотность 1000 кг/м ³	0,410
5	Бетон на грав. или щебне, плотность 2400 кг/м ³	1,860
4	Полипропилен, плотность 900 кг/м ³	0,220
3	Сталь стержневая, плотность 7850 кг/м ³	58,000
2	Алюминий, плотность 2600 кг/м ³	221,000
1	Венти Баттс, плотность 110 кг/м ³	0,046

Протяженность конструкции по размерам с внутренней стороны $L = 1,200$ м.

Средняя температура внутренней поверхности: $18,2$ °С

По температурному полю суммарный тепловой поток через внутреннюю сторону

$$\Sigma Q = 18,31 \text{ Вт/м}$$

Протяженность конструкции по размерам с внешней стороны $L = 1,180$ м.

Средняя температура внешней поверхности: $-27,3$ °С

По температурному полю суммарный тепловой поток через внешнюю сторону

$$\Sigma Q = 18,28 \text{ Вт/м}$$

По формуле (М.1) СП 23-101-2004 приведенное сопротивление теплопередаче

$$R_0^r = \frac{(t_{int} - t_{ext})L}{\Sigma Q} = 3,145, \text{ м}^2\text{°С/Вт}$$

Таким образом, $R_0^r > R_{req1}$, $R_0^r > R_{req}$.

Вывод: Конструкция удовлетворяет требованиям СНиП.

Изм.	К.уч.	Лист	Нарк	Подпись	Дата	Приложение №1: Кронштейн несущий (двухслойная панель, утеплитель 120мм)	3
							Лист

Расчет температурного поля и приведенного сопротивления теплопередаче неоднородной конструкции

Город: Москва
 Объект: Приложение №2: Кронштейн опорный (двухслойная панель, утеплитель 120мм)
 Подобъект:
 Тип здания: Жилые, лечебно-профилактические и детские учреждения, школы, интернаты
 Тип конструкции: Наружная стена
 Температура внутреннего воздуха t_{int} : 20,0 °C
 Влажность внутреннего воздуха ϕ_{int} : 55 %
 Температура наружного воздуха t_{ext} : -28,0 °C
 Условия эксплуатации в зоне влажности: Б
 Средняя температура отопительного периода $t_{от}$: -3,1 °C
 Продолжительность отопительного периода $z_{от}$: 214 суток

По формуле (1) СП 23-101-2004 ГСОП = $(t_{int} - t_{ext})z_{от} = 4943$ град.сут.

Согласно таблицы 6 СНиП 23-02-2003 коэффициент положения наружной поверхности $\mu = 1,0$

По температуре и влажности внутреннего воздуха по таблице из "Приложения Р" СП 23-101-2004 находим температуру точки росы $t_d = 10,7$ °C

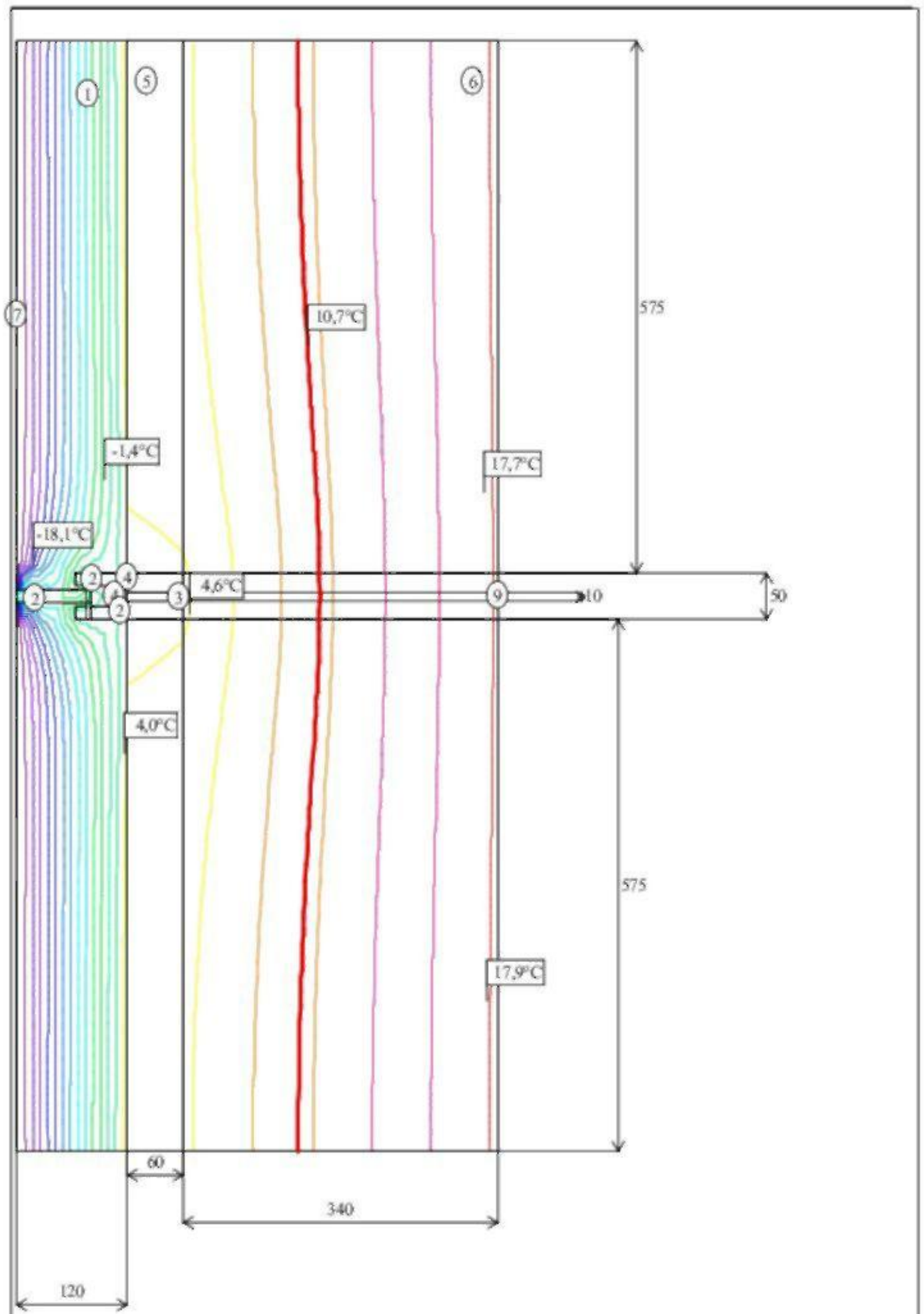
Согласно таблицы 5 СНиП 23-02-2003 нормативный температурный перепад $\Delta t_n = 4,0$ °C

По таблице 4 СНиП находим нормируемое значение сопротивления теплопередаче $R_{req1} = 3,130, \text{ м}^2\text{С/Вт}$

По формуле (3) СНиП 23-02-2003 рассчитываем требуемое сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций, отвечающих санитарно-гигиеническим и комфортным условиям

$$R_{req} = \frac{\mu(t_{ext} - t_{от})}{\Delta t_n \alpha_{ext}} = 1,379, \text{ м}^2\text{С/Вт}$$

Изм.	К.уч.	Лист	Нарк.	Подпись	Дата	Приложение №2: Кронштейн опорный (двухслойная панель, утеплитель 120мм)	1
							Лист



Изм.	К.уч.	Лист	Нарк	Подпись	Дата	Приложение №2: Кронштейн опорный (двухслойная панель, утеплитель 120мм)	2
							Лист

№	Материал	λ , Вт/(м °С)
9	Внутренний воздух	0,000
8	Граница (условная) конструкции	0,000
7	Наружный воздух	0,000
6	Керамзитобетон на керам. песке 4, плотность 1000 кг/м ³	0,410
5	Бетон на грав. или щебне, плотность 2400 кг/м ³	1,860
4	Полипропилен, плотность 900 кг/м ³	0,220
3	Сталь стержневая, плотность 7850 кг/м ³	58,000
2	Алюминий, плотность 2800 кг/м ³	221,000
1	Венти Баттс, плотность 110 кг/м ³	0,046

Протяженность конструкции по размерам с внутренней стороны $L = 1,200$ м.

Средняя температура внутренней поверхности: $18,3$ °С

По температурному полю суммарный тепловой поток через внутреннюю сторону $\Sigma Q = 18,14$ Вт/м

Протяженность конструкции по размерам с внешней стороны $L = 1,186$ м.

Средняя температура внешней поверхности: $-27,3$ °С

По температурному полю суммарный тепловой поток через внешнюю сторону $\Sigma Q = 18,16$ Вт/м

По формуле (М.1) СП 23-101-2004 приведенное сопротивление теплопередаче

$$R_{\Sigma}^* = \frac{(t_{вн} - t_{вн})L}{\Sigma Q} = 3,176, \text{ м}^2\text{°С/Вт}$$

Таким образом, $R_{\Sigma}^* > R_{\Sigma}^{*1}$, $R_{\Sigma}^* > R_{\Sigma}^{*2}$.

Вывод: Конструкция удовлетворяет требованиям СНиП.

Изм.	К.уч.	Лист	Нарк.	Подпись	Дата	Приложения №2: Кронштейн опорный (двухслойная панель, утеплитель 120мм)	3
							Лист

Расчет приведенного сопротивления теплопередаче однородной конструкции

Город: Москва
 Объект: Приложение №3
 Подобъект: Дом серии II-18-01/12. Однородная двухслойная панель ($r=1$)
 Тип здания: Жилые, лечебно-профилактические и детские учреждения, школы, интернаты
 Тип конструкции: Наружная стена
 Температура внутреннего воздуха t_{int} : 20,0
 Влажность внутреннего воздуха φ_{int} : 55 %
 Температура наружного воздуха t_{ext} : -28,0 °C
 Условия эксплуатации в зоне влажности: Б
 Средняя температура отопительного периода $t_{от}$: -3,1 °C
 Продолжительность отопительного периода $z_{от}$: 214 суток

По формуле (1) СП 23-101-2004 ГСОП= $(t_{int}-t_{ext})z_{от}$ = 4943 град.сут.

Согласно таблицы 6 СНиП 23-02-2003 коэффициент положения наружной поверхности $n = 1,0$

По температуре и влажности внутреннего воздуха по таблице из "Приложения Р" СП 23-101-2004 находим температуру точки росы $t_d = 10,7$ °C

Согласно таблицы 5 СНиП 23-02-2003 нормативный температурный перепад $\Delta t_n = 4,0$ °C

По формуле (6) СП 23-101-2004 вычисляем термические сопротивления слоев конструкции

№	Материал	σ , м	λ , Вт/(м°С)	R , м²°С/Вт
1	Венти Баттс, плотность 110 кг/м³	0,120	0,046	2,609
2	Бетон на грав. или щебне, плотность 2400 кг/м³	0,060	1,860	0,032
3	Керамзитобетон на керам. песке 4, плотность 1000 кг/м³	0,340	0,410	0,829

По формуле (7) СП вычисляем термическое сопротивление $R_k = R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{aI} = 3,470$, м²°С/Вт

По формуле (8) СП вычисляем условное сопротивление теплопередаче $R_0 = R_{si} + R_k + R_{se} = 3,629$, м²°С/Вт

Коэффициент теплотехнической однородности $r = 1,00$

По формуле (11) СП находим приведенное сопротивление теплопередаче $R_0^r = R_0^{кор} r = 3,629$, м²°С/Вт

По таблице 4 СНиП 23-02-2003 находим минимальное значение сопротивления теплопередаче $R_{req1} = 3,130$, м²°С/Вт

По формуле (3) СНиП 23-02-2003 рассчитываем требуемое сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций, отвечающих санитарно-гигиеническим и комфортным условиям $R_{req} = \frac{n(t_{int} - t_{ext})}{\Delta t_n \alpha_{int}} = 1,379$, м²°С/Вт

По формуле (25) СП вычисляем температуру внутренней поверхности $t_{si} = t_{int} - [n(t_{int} - t_{ext})] / (R_0 \alpha_{int}) = 18,5$ °C

Таким образом, $R_0 > R_{req}$, $R_0 > R_{req1}$, $t_{si} > t_d$

Конструкция удовлетворяет требованиям СНиП.

Изм.	К.уч.	Лист	Нарк	Подпись	Дата	Приложение №3	1
							Лист

Расчет приведенного сопротивления теплопередаче однородной конструкции

Город: Москва
 Объект: Приложение №4
 Подобъект: Дом серии II-18-01/12. Однородная двухслойная панель ($\gamma=0,87$)
 Тип здания: Жилые, лечебно-профилактические и детские учреждения, школы, интернаты
 Тип конструкции: Наружная стена
 Температура внутреннего воздуха t_{int} : 20,0
 Влажность внутреннего воздуха φ_{int} : 55 %
 Температура наружного воздуха t_{ext} : -28,0 °C
 Условия эксплуатации в зоне влажности: Б
 Средняя температура отопительного периода $t_{от}$: -3,1 °C
 Продолжительность отопительного периода $z_{от}$: 214 суток

По формуле (1) СП 23-101-2004 ГСОП= $(t_{int}-t_{ext})z_{от}$ = 4943 град.сут.

Согласно таблицы 6 СНиП 23-02-2003 коэффициент положения наружной поверхности $n = 1,0$

По температуре и влажности внутреннего воздуха по таблице из "Приложения Р" СП 23-101-2004 находим температуру точки росы $t_d = 10,7$ °C

Согласно таблицы 5 СНиП 23-02-2003 нормативный температурный перепад $\Delta t_n = 4,0$ °C

По формуле (6) СП 23-101-2004 вычисляем термические сопротивления слоев конструкции

№	Материал	σ , м	λ , Вт/(м°C)	R , м²°C/Вт
1	Венти Баттс, плотность 110 кг/м³	0,120	0,046	2,609
2	Бетон на грав. или щебне, плотность 2400 кг/м³	0,060	1,860	0,032
3	Керамзитобетон на керам. песке 4, плотность 1000 кг/м³	0,340	0,410	0,829

По формуле (7) СП вычисляем термическое сопротивление $R_k = R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{aI} = 3,470$, м²°C/Вт

По формуле (8) СП вычисляем условное сопротивление теплопередаче $R_0 = R_{si} + R_k + R_{se} = 3,629$, м²°C/Вт

Коэффициент теплотехнической однородности $\gamma = 0,87$

По формуле (11) СП находим приведенное сопротивление теплопередаче $R_0^* = R_0^{кор} \gamma = 3,157$, м²°C/Вт

По таблице 4 СНиП 23-02-2003 находим минимальное значение сопротивления теплопередаче $R_{req1} = 3,130$, м²°C/Вт

По формуле (3) СНиП 23-02-2003 рассчитываем требуемое сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций, отвечающих санитарно-гигиеническим и комфортным условиям $R_{req} = \frac{n(t_{int} - t_{ext})}{\Delta t_n \alpha_{int}} = 1,379$, м²°C/Вт

По формуле (25) СП вычисляем температуру внутренней поверхности $t_{si} = t_{int} - [n(t_{int} - t_{ext})] / (R_0 \alpha_{int}) = 18,3$, °C

Таким образом, $R_0 > R_{req}$, $R_0 > R_{req1}$, $t_{si} > t_d$

Конструкция удовлетворяет требованиям СНиП.

Изм.	К.уч.	Лист	Нарк	Подпись	Дата	Приложение №4	1
							Лист

Оценочный расчет поля относительной влажности воздуха в порах материала неоднородной конструкции

Данный расчет не описан в СНиП. Он позволяет ориентировочно определить границы зон накопления влажности и определить сам факт накопления влаги.

Внимание! Данный расчет не является расчетом годового накопления влаги.

Город: Москва

Объект: Приложение 5: Кронштейн несущий пар (двухслойная панель, утеплитель 120мм)

Подобъект:

Температура внутреннего воздуха t_{int} 20,0 °C

Влажность внутреннего воздуха ϕ_{int} 55 %

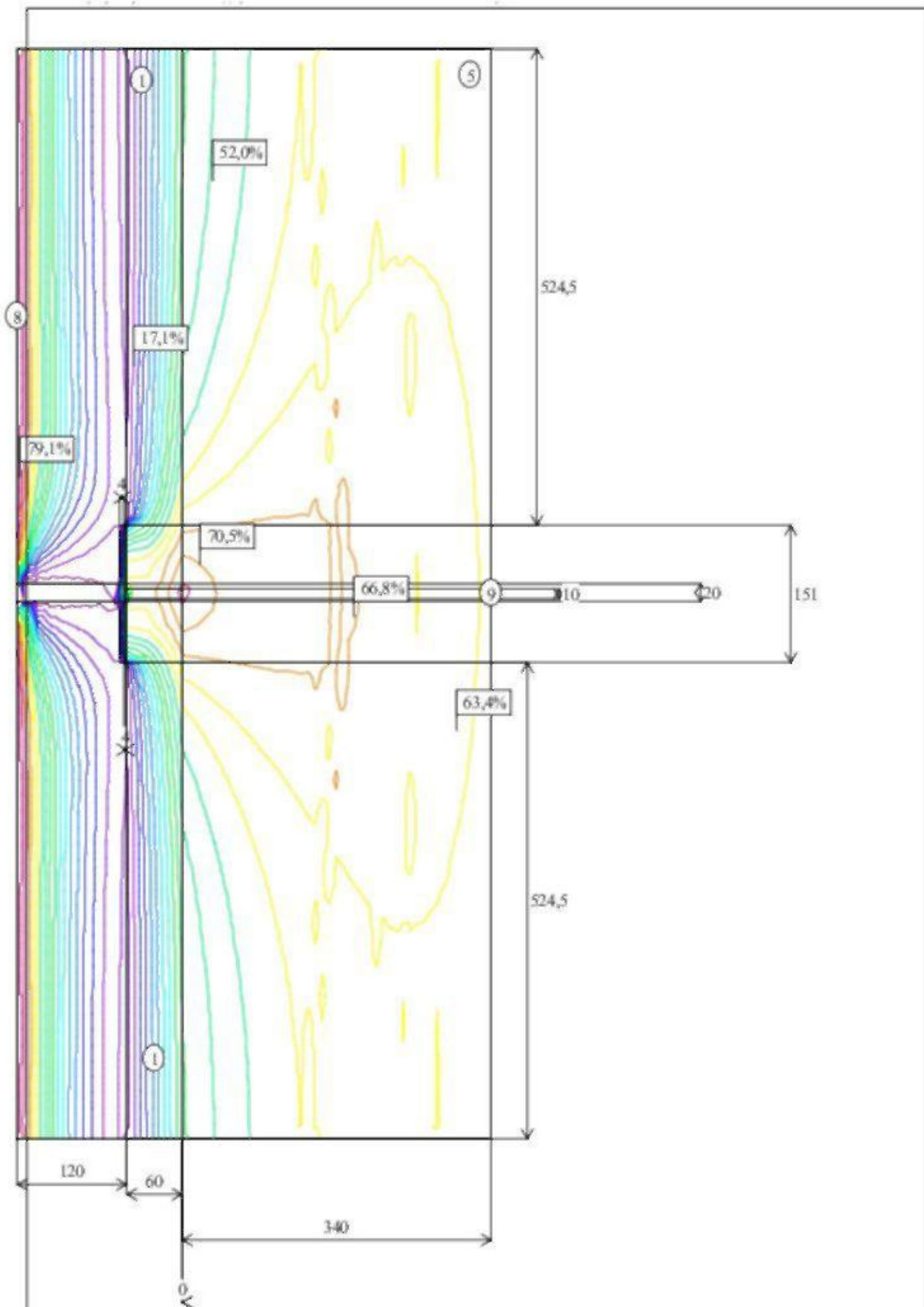
Температура наружного воздуха t_{ext} -28,0 °C

Влажность наружного воздуха ϕ_{ext} 84 %

Методом граничных элементов рассчитывается поле упругости пара. С учетом температурного поля и агрессивности материалов строится поле относительной влажности воздуха в порах материала.

№	Материал	μ , Вт/(м °C)
9	Внутренний воздух	0,000
8	Наружный воздух	0,000
7	Граница (условная) конструкции	0,000
6	Сталь стержневая, плотность 7850 кг/м ³	0,000
5	Керамзитобетон на кварц. песке 1, плотность 1000 кг/м ³	0,075
4	Алюминий, плотность 2600 кг/м ³	0,000
3	Паронит, плотность 1200 кг/м ³	0,000
2	Венти Баттс, плотность 110 кг/м ³	0,300
1	Бетон на грав. или щебне, плотность 2400 кг/м ³	0,030

Изм.	К.уч.	Лист	Нарк	Подпись	Дата	Приложение 5: Кронштейн несущий пар (двухслойная панель, утеплитель 120мм)	1



Изм.	К.уч.	Лист	Нарк.	Подпись	Дата	Приложение 5: Кронштейн несущий пар (двухслойная панель, утеплитель 120мм)	2
							Лист

Оценочный расчет поля относительной влажности воздуха в порах материала неоднородной конструкции

Данный расчет не описан в СНиП. Он позволяет ориентировочно определить границы зон накопления влажности и определить сам факт накопления влаги.

Внимание! Данный расчет не является расчетом годового накопления влаги.

Город: Москва

Объект: Приложение №4: Кронштейн опорный пар (двухслойная панель)

Подобъект:

Температура внутреннего воздуха t_{int} 20,0 °С

Влажность внутреннего воздуха ϕ_{int} 55 %

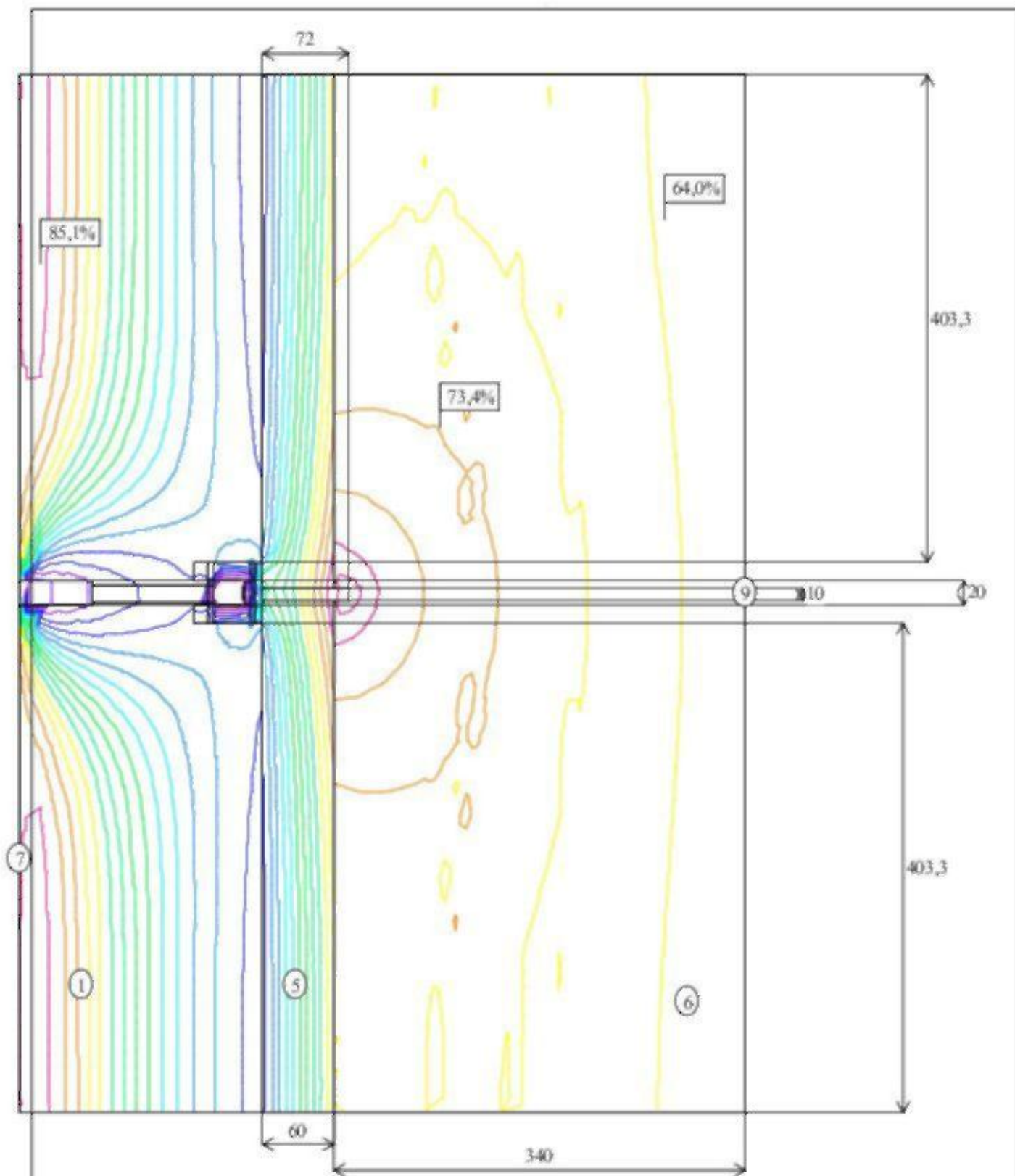
Температура наружного воздуха t_{ext} -28,0 °С

Влажность наружного воздуха ϕ_{ext} 84 %

Методом граничных элементов рассчитывается поле упругости пара. С учетом температурного поля и агрессивности материалов строится поле относительной влажности воздуха в порах материала.

№	Материал	μ , Вт/(м °С)
9	Внутренний воздух	0,000
8	Граница (условная) конструкции	0,000
7	Наружный воздух	0,000
6	Керамзитобетон на керам. песке 4, плотность 1000 кг/м ³	0,140
5	Бетон на грав. или щебне, плотность 2400 кг/м ³	0,030
4	Полипропилен, плотность 900 кг/м ³	0,000
3	Сталь стержневая, плотность 7850 кг/м ³	0,000
2	Алюминий, плотность 2600 кг/м ³	0,000
1	Венти Балтс, плотность 110 кг/м ³	0,300

Изм.	К.уч.	Лист	Нарк	Подпись	Дата	Приложение №6: Кронштейн опорный пар (двухслойная панель)	1
							Лист



Изм.	К.уч.	Лист	Нарк.	Подпись	Дата	Приложение №6: Кронштейн опорный пар (двухслойная панель)	2
							Лист

Приложение А

**Перечень использованных информационных и
нормативных документов.**

1. Альбом технических решений навесной фасадной системы с воздушным зазором «Термотах-V»-10.
2. Техническое описание навесной фасадной системы с воздушным зазором «Термотах-V»-10.
3. Руководство по монтажу навесной фасадной системы с воздушным зазором «Термотах-V»-10.
4. СП 23-101-2004
Проектирование тепловой защиты зданий.
5. МГСН 2.01.-99.
Энергосбережение в зданиях. Нормативы по теплозащите и тепловодозелектроснабжению.
6. СНиП 23-02-2003.
Тепловая защита зданий.
7. СНиП II-3-79*
Строительная теплотехника. (ред. 1998 г.)
8. ГОСТ 30494-96
ГОСТ 30494-96 "Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях.
9. СнпП 2.02.01-83
Основания зданий и сооружений.
10. СнпП 2.02.04-88
Основания с фундаментами вечномерзлых грунтах.
11. СнпП 21-01-97
Пожарная безопасность зданий и сооружений.
12. СнпП 2.03.11-85
Защита строительных конструкций от коррозии.
13. СнпП 2.01.07-85
Нагрузки и воздействия.
14. СнпП 23-01-99
Строительная климатология.
15. Рекомендации по применению стеновых мелких блоков из ячеистых бетонов. М.: ЦНИИСК им. В. А. Кучеренко, 1992.