

Теплотехнический расчёт наиболее часто встречающихся стеновых конструкций с применением пенополистирола ППС в качестве теплоизоляции.

- Конструкция 1:** Стены из несъёмной опалубки из пенополистирола 50+100 мм.
- Конструкция 2:** Кладка из пустотного керамического кирпича 250 мм, средний слой - утеплитель ППС, наружный слой – облицовочный кирпич.
- Конструкция 3:** Кладка из пустотного керамического кирпича 380 мм, средний слой - утеплитель ППС, наружный слой – облицовочный кирпич.
- Конструкция 4:** Кирпичная кладка из полнотелого кирпича 250 мм и система СФТК на пенополистироле.
- Конструкция 5:** Кирпичная кладка из пустотного кирпича 250 мм и система СФТК на пенополистироле.
- Конструкция 6:** Кирпичная кладка из пустотного кирпича 380 мм и система СФТК на пенополистироле.
- Конструкция 7:** Кладка из керамзитобетонных блоков 400 мм и система СФТК на пенополистироле.
- Конструкция 8:** Кладка из керамзитобетонных блоков 300 мм, средний слой – утеплитель ППС, наружный слой – облицовочный кирпич.
- Конструкция 9:** Кладка из газобетонных блоков D400 250 мм и система СФТК на пенополистироле.
- Конструкция 10:** Кладка из газобетонных блоков D500 300 мм и система СФТК на пенополистироле.
- Конструкция 11:** Кладка из газобетонных блоков D600 300 мм и система СФТК на пенополистироле.
- Конструкция 12:** Кладка из газобетонных блоков D400 300 мм, средний слой – утеплитель ППС, наружный слой – облицовочный кирпич.
- Конструкция 13:** Кладка из газобетонных блоков D600 300 мм, средний слой – утеплитель ППС, наружный слой – облицовочный кирпич.
- Конструкция 14:** Кладка из блоков поризованной «тёплой» керамики 300 мм и система СФТК на пенополистироле.
- Конструкция 15:** Кладка из блоков поризованной «тёплой» керамики 300 мм, средний слой - утеплитель ППС, наружный слой – облицовочный кирпич.
- Конструкция 16:** Внутреннее утепление стены из пустотелого кирпича 380 мм, снаружи оштукатуренной обычной ЦП-штукатуркой.
- Конструкция 17:** Внутреннее утепление стены из железобетона 200 мм, облицованного экранной отделкой с вентилируемым слоем.
- Конструкция 18:** Теплоизоляция каркасной стены из дерева шагом бруса 600 мм с навесным фасадом.

Расчёт выполнен в соответствии с требованиями строительных норм и правил:

СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий»

СП 131.13330.2012. «Строительная климатология»

ГОСТ 30494 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях»

СП 55.13330.2011 «Здания жилые многоквартирные»

СП 230.1325800.2015 «Конструкции ограждающие зданий. Характеристики теплотехнических неоднородностей»

ГОСТ Р 54851-2011 «Конструкции строительные ограждающие неоднородные. Расчет приведенного сопротивления теплопередаче».

СТО 501-52-01-2007 «Проектирование и возведение ограждающих конструкций жилых и общественных зданий с применением ячеистых бетонов в Российской Федерации. Часть I»

Климатические данные г. Дмитров Московской области:

Объект – фрагмент стены частного коттеджа.

Тип здания	жилое
Зона влажности	нормальная
Влажностный режим помещений	нормальный
Условия эксплуатации ограждающих конструкций	Б
Расчетная температура наружного воздуха (обеспеченностью пятидневки 0,92)	-28 °С
Расчетная температура внутреннего воздуха здания	20 °С
Относительная влажность внутреннего воздуха для определения точки росы	55%
Продолжительность отопительного периода	216 суток
По результатам расчёта, градусо-сутки отопительного периода (ГСОП)	4990
Зимний период	3 месяца
Средняя температура зимнего периода	-9,03 °С
Весенне-осенний период	4 месяца
Средняя температура весенне-осеннего периода	0,38 °С
Летний период	5 месяцев
Средняя температура летнего периода	14,14 °С
Продолжительность периода с отрицательными температурами	151 сутки
Требуемый коэффициент теплопроводности стеновой конструкции, R_{0}^{TP}	3,15
Допустимая разница температур между внутренней поверхностью и температурой внутреннего помещения, не более	4 °С
Коэффициент теплотехнической неоднородности конструкции	0,9
Температура точки росы при температуре помещения 20 °С и влажности 55%	12 °С

Расчетные теплотехнические характеристики материалов ограждающих конструкций:

материал	плотность	Теплопроводность (условия Б)	паропроницаемость	допустимое увлажнение
	ρ , кг/м ³	λ_b Вт/(м·К)	μ , мг/(м·ч·Па)	%
Пенополистирол фасадной марки ППС-16Ф	16	0,047	0,05	25
Пенополистирол ППС-25	25	0,044	0,05	25
Дерево (сосна поперёк волокон)	500	0,18	0,06	
Керамзитобетон на керамзитовом песке	1400	0,65	0,098	5
Кладка глиняного обыкновенного (полнотелого) кирпича на цементно-песчаном растворе	1800	0,81	0,11	1,5
Кладка керамического пустотного плотностью 1300 кг/м (брутто) на цементно-песчаном растворе	1400	0,58	0,16	1,5
Кладка из газобетона марки D400 на цементном клее	400	0,15	0,23	6
Кладка из газобетона марки D500 на цементном клее	500	0,20	0,20	6
Кладка из газобетона марки D600 на цементном клее	600	0,26	0,17	6
Поризованная «тёплая» керамика (данные на основе протокола производителя, пустотность 56%, кладка на ЦП-смесь 12 мм)	720	0,17	0,14	1,5
Железобетон	2500	2,05	0,03	2
Гипсовая штукатурная смесь	1100	0,41	0,11	2
Раствор сложный (песок, известь, цемент)	1700	0,87	0,098	2
Полиэтиленовая плёнка 0,16 мм			0,137	

Граничные условия:

Коэффициент сопротивления теплоотдачи внутренней поверхности конструкции	8,7 (Вт/м ² ·°С)
Сопротивление паропрооницанию внутренней поверхности конструкции	0,0266 м ² ·ч·Па/мг
Коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности конструкции для зимних условий	23 (Вт/м ² ·°С)
Сопротивление паропрооницанию наружной поверхности конструкции	0,013 м ² ·ч·Па/мг
Коэффициент теплоотдачи наружной поверхности конструкции в вентилируемом зазоре	10,8 (Вт/м ² ·°С)

Расчёт производился по следующим условиям:

Для расчётов взяты наиболее популярные в строительстве стеновые конструкции («пироги» стен).

Расчёт сделан без учёта теплоусвоения поверхности, так как рассчитывается элемент стены, который может находиться на любой стороне здания. Для просчёта данного пункта требуется уже полноценный проект с привязкой ко всем параметрам здания, что не является условием для данных расчётов.

Сначала находится необходимая толщина пенополистирола по заданным параметрам конструкции – тип и толщина несущей стены, необходимые штукатурные и отделочные слои, облицовка. При наличии теплопроводных включений (зонтичные дюбеля, металлические связи) принимается коэффициент теплотехнической однородности конструкции по формуле $R_{\text{го}} = R_0 \cdot r$, где r – коэффициент теплотехнической однородности.

Следует обратить внимание, что после вышеозначенной методики получения нормируемого теплосопротивления конструкции, рассчитанная толщина теплоизоляции является эталонной без учёта теплопотерь на реальном здании, которые происходят в районе откосов окон, включений межэтажных перекрытий, монолитных поясов и перемычек и т.п. Поэтому для получения более реалистичного результата в расчётах вводится дополнительный усреднённый коэффициент теплотехнической однородности на такого рода теплопотери для получения усреднённого приведённого теплосопротивления – 0,9 во всех основных рассматриваемых конструкциях.

Далее производится расчёт по санитарно-гигиеническим показателям.

Для применения в стеновых конструкциях рекомендуется применять фасадную марку пенополистирола ППС-16ф (ГОСТ 15588-2014 «Плиты пенополистирольные теплоизоляционные. Технические условия»), поэтому во всех расчётах участвуют технические данные этой марки теплоизоляции.

Разница в применении для внутренней штукатурки гипсовым или цементным раствором очень незначительно влияет на результаты расчёта, поэтому во всех рассматриваемых конструкциях в расчёте участвует гипсовая внутренняя штукатурка.

Сухие строительные смеси, применяемые для приклейки пенополистирола и отделки в фасадах СФТК имеют теплотехнические характеристики очень близкие к «Раствору сложному», поэтому в расчётах участвует «Раствор сложный» как обобщённый универсальный материал.

С соответствии с пунктом 8.5.5 СП 50.13330.2012 «Для многослойных ограждающих конструкций с выраженным теплоизоляционным слоем» проверяются три условия соответствия, чтобы обозначить поверхность теплоизоляционного слоя как «плоскость максимального увлажнения».

Первое условие : $R_{\text{ут}} > 2/3 R_0^{\text{усл}}$ термическое сопротивление теплоизоляционного слоя больше 2/3 теплосопротивления всей конструкции

Второе условие: коэффициент паропрооницаемости наружного защитного слоя (μ_n) меньше, чем теплоизоляционного ($\mu_{\text{ит}}$).

Третье условие: $\mu_{\text{ит}}/\lambda_{\text{ит}} > 2$ отношение расчётного коэффициента теплопроводности к паропрооницаемости больше 2.

Защита от переувлажнения ограждающих конструкций должна обеспечиваться путем проектирования ограждающих конструкций с сопротивлением паропрооницанию внутренних слоев не менее требуемого значения, определяемого расчетом одномерного влагопереноса (осуществляемому по механизму паропрооницаемости), для этого в настоящем расчёте определяется наличие или отсутствие влагонакопления на основании следующих требований:

Сопротивление паропрооницанию R_n , (м²·ч·Па)/мг, ограждающей конструкции (в пределах от внутренней поверхности до плоскости максимального увлажнения, определяемой в соответствии с 8.5) должно быть не менее наибольшего из следующих требуемых сопротивлений паропрооницанию:

- требуемого сопротивления паропрооницанию $R_{n1}^{\text{ТР}}$, (м²·ч·Па)/мг (из условия недопустимости накопления влаги в ограждающей конструкции за годовой период эксплуатации);
- требуемого сопротивления паропрооницанию $R_{n2}^{\text{ТР}}$, (м²·ч·Па)/мг (из условия ограничения влаги в ограждающей конструкции за период с отрицательными средними месячными температурами наружного воздуха);

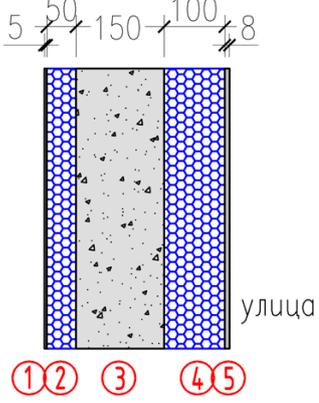
Условие отсутствия переувлажнения в конструкции: $R_n > R_{n2}^{\text{ТР}}$ и $R_n > R_{n1}^{\text{ТР}}$

Основной расчёт выполняется в соответствии с терминами, требованиями и методикой СП 50.13330-2012

Конструкция 1: Стены из несъёмной опалубки из пенополистирола 50+100 мм.

Описание конструкции: Стены выложены из блоков несъёмной пенополистирольной опалубки. Толщина внутреннего слоя – 50 мм, толщина наружного слоя – 100 мм. Между слоями теплоизоляции залит железобетон. Внутри отделка выполненная базовым слоем клея с сеткой по технологии СФТК, снаружи поверхность пенополистирола отделана базовым слоем (клей с сеткой) с декоративной штукатуркой также по технологии СФТК («мокрый фасад»).

№ слоя	Материал (из помещения наружу)	толщина слоя, мм
1	Клеевая смесь для базового слоя	5
2	Пенополистирол фасадной марки ППС-25	50
3	Железобетон (2500 кг/м ³)	150
4	Пенополистирол фасадной марки ППС-25	100
5	Клеевая смесь для базового слоя + декоративный слой	8


Определение основных данных конструкции:

В конструкции дополнительно к общим, присутствуют теплопроводные включения в виде примыкания к внутренней части стены монолитного перекрытия, также имеются теплопроводные включения на откосах окон и дверей, которые теплоизолированы 50 мм пенополистирола. На основании ГОСТ Р 54851-2011 дополнительно принимается коэффициент теплотехнической однородности конструкции 0,9.

Нормируемый коэффициент теплосопrotивления конструкции – 3,5 (м·°C)/Вт

Необходимая толщина пенополистирола задаётся заводской конструкцией несъёмной опалубки из пенополистирола.

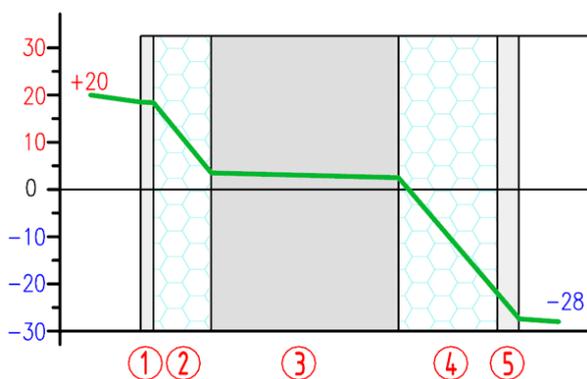
Фактическое теплосопrotивление фрагмента данной конструкции $R = 3,66$ (м·°C)/Вт

Разница между температурой поверхности внутренней плоскости ограждающей конструкции и температурой воздуха внутреннего помещения составляет 1,5 °C

Температура на внутренней поверхности стены: 18,5 °C.

18,5 °C > 12 °C – **условие выполняется**. Выпадения конденсата на поверхности стены нет.

График распределения температур $t_{гр}$ в конструкции при наиболее холодной пятидневке (обеспеченностью 0,92):

**Определение плоскости максимального увлажнения:**

В результате вычисления значения температур на границе слоёв при средней температуре периода с отрицательными температурами и значения комплекса f_i для каждого слоя многослойной конструкции, характеризующего температуру в плоскости максимального увлажнения получены данные, которые сведены в таблицу:

слой	название материала слоя	$t_{гр}$	$t_{ср}$	$t_{m.y.}$
	Внутреннее помещение	20	20	
1	Клеевая смесь для базового слоя	18,5	19,16	18
		18,4	19,12	
2	Пенополистирол ППС-25	3,5	19,12	-17,16
			10,79	
3	Железобетон (2500 кг/м ³)		10,79	48,47

Необходимая толщина пенополистирола в данной конструкции стены – 146 мм. Значение округляется до ближайшей изготавливаемой толщины и принимается 150 мм.

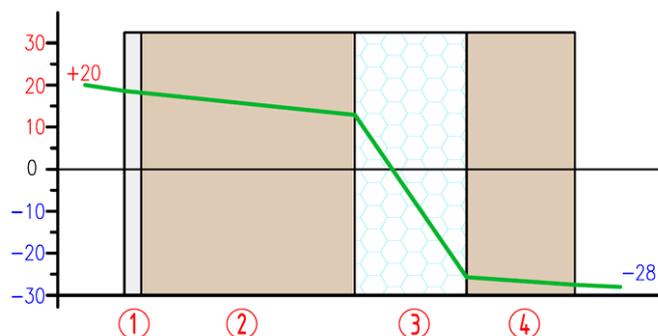
Фактическое теплосоппротивление фрагмента данной конструкции $R = 3,97 \text{ (м} \cdot \text{°C)/Вт}$

Разница между температурой поверхности внутренней плоскости ограждающей конструкции и температурой воздуха внутреннего помещения составляет $1,39 \text{ °C}$

Температура на внутренней поверхности стены: $18,6 \text{ °C}$.

$18,6 \text{ °C} > 12 \text{ °C}$ – **условие выполняется**. Выпадения конденсата на поверхности стены нет.

График распределения температур $t_{гр}$ в конструкции при наиболее холодной пятидневке (обеспеченностью 0,92):



Определение плоскости максимального увлажнения:

Условия соответствия п. 8.5.5 для ярко выраженного теплоизоляционного слоя:			
Первое условие	$R_{ут} > 2/3R_{0,учп}$	$3,191 > 2,127$	условие выполняется
Второе условие	$\mu_n < \mu_{ут}$	$0,11 < 0,05$	условие не выполняется
Третье условие	$\mu_{ут}/\lambda_{ут} > 2$	$1,06 > 2$	условие не выполняется

Расчёт по данному условию п 8.5.5 не производится

В результате вычисления значения температур на границе слоёв при средней температуре периода с отрицательными температурами и значения комплекса f_i для каждого слоя многослойной конструкции, характеризующего температуру в плоскости максимального увлажнения получены данные, которые сведены в таблицу:

слой	название материала слоя	$t_{гр}$	$t_{ср}$	$t_{м.у.}$
	Внутреннее помещение	20	20	
1	Гипсовая штукатурная смесь	18,6	19,22	10,93
		18,2	18,98	
2	Кладка из керамического пустотного кирпича		18,98	10,51
			16,07	
		12,9	16,07	
3	Пенополистирол фасадной марки ППС-16ф		16,07	-9,85
		-25,7	-5,49	
4	Кладка из облицовочного кирпича без вентилируемого зазора		-5,49	21,20
			-6,49	
		-27,5	-6,49	
	Улица		-6,49	
		-28	-6,78	

Где:

$t_{гр}$ - температура на границе слоёв при наиболее холодной пятидневке обеспеченностью 0,92 (данные отображены в графике распределения температур)

$t_{ср}$ - температура на границе слоёв при средней наружной температуре периода с отрицательными температурами

$t_{м.у.}$ - значения температур в плоскости максимального увлажнения

По анализу полученных в таблице данных в конструкции **плоскость возможного увлажнения отсутствует** в данной конструкции.

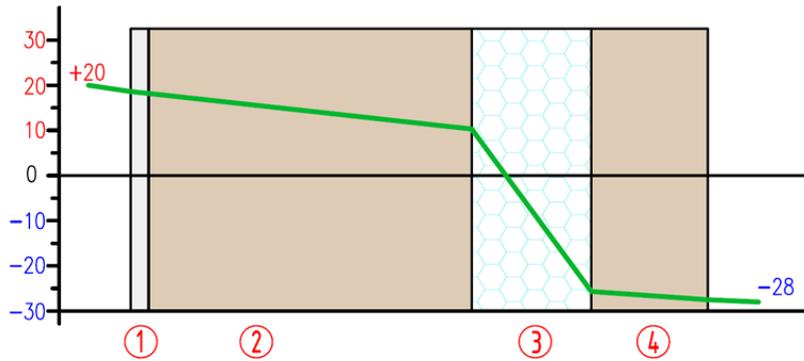
Исходя из п. 8.5.5. за плоскость максимального увлажнения принимается поверхность стеновой конструкции.

Защита от переувлажнения заданной конструкции:

Определяются температуры в плоскости возможного влагонакопления в летний, весенне-осенний, зимний периоды и в период влагонакопления.

Обозначение	Период влагонакопления	средняя $t, \text{ °C}$
t_0	Период влагонакопления со средними отриц. темп. месяцев	-6,49
t_1	Зимний период	-8,72

График распределения температур $t_{гр}$ в конструкции при наиболее холодной пятидневке (обеспеченностью 0,92):



Определение плоскости максимального увлажнения:

Условия соответствия п. 8.5.5 для ярко выраженного теплоизоляционного слоя:			
Первое условие	$R_{ут} > 2/3R_{0,учп}$	$2,979 > 1,985$	условие выполняется
Второе условие	$\mu_n < \mu_{ут}$	$0,11 < 0,05$	условие не выполняется
Третье условие	$\mu_{ут}/\lambda_{ут} > 2$	$1,06 > 2$	условие не выполняется
Расчёт по данному условию п 8.5.5 не производится			

В результате вычисления значения температур на границе слоёв при средней температуре периода с отрицательными температурами и значения комплекса f_1 для каждого слоя многослойной конструкции, характеризующего температуру в плоскости максимального увлажнения получены данные, которые сведены в таблицу:

слой	название материала слоя	$t_{гр}$	$t_{ср}$	$t_{м.у.}$
	Внутреннее помещение	20	20	
1	Гипсовая штукатурная смесь	18,6	19,23	9,46
		18,2	18,98	
2	Кладка из керамического пустотного кирпича		18,98	9,04
		10,3	14,57	
3	Пенополистирол фасадной марки ППС-16ф		14,57	-11,31
		-25,7	-5,49	
4	Кладка из облицовочного кирпича без вентилируемого зазора		-5,49	19,73
		-27,5	-6,49	
	Улица		-6,49	
		-28	-6,78	

Где:

$t_{гр}$ - температура на границе слоёв при наиболее холодной пятидневке обеспеченностью 0,92 (данные отображены в графике распределения температур)

$t_{ср}$ - температура на границе слоёв при средней наружной температуре периода с отрицательными температурами

$t_{м.у.}$ - значения температур в плоскости максимального увлажнения

По анализу полученных в таблице данных в конструкции **плоскость возможного увлажнения отсутствует** в данной конструкции.

Исходя из п. 8.5.5. за плоскость максимального увлажнения принимается поверхность стеновой конструкции.

Защита от переувлажнения заданной конструкции:

Определяются температуры в плоскости возможного влагонакопления в летний, весенне-осенний, зимний периоды и в период влагонакопления.

Обозначение	Период влагонакопления	средняя $t, ^\circ\text{C}$
t_0	Период влагонакопления со средними отриц. темп. месяцев	-6,49
t_1	Зимний период	-8,72
t_2	Весенне-осенний период	0,59
t_3	Летний период	14,20

Условие отсутствия переувлажнения в конструкции: $R_n > R_{n2}^{TP}$ и $R_n > R_{n1}^{TP}$

R_n	$>$	R_{n2}^{TP}	
6,429	$>$	0,001	Условие выполняется

R_n	$>$	R_{n1}^{TP}	
6,429	$>$	0,019	Условие выполняется

В результате вычисления значения температур на границе слоёв при средней температуре периода с отрицательными температурами и значения комплекса f_i для каждого слоя многослойной конструкции, характеризующего температуру в плоскости максимального увлажнения получены данные, которые сведены в таблицу:

слой	название материала слоя	$t_{гр}$	$t_{ср}$	$t_{м.у.}$
	Внутреннее помещение	20	20	
1	Гипсовая штукатурная смесь	18,7	19,27	11
		18,2	19,04	
2	Кладка из керамического полнотелого кирпича (1800 кг/м ³)		19,04	21,19
		14,7	16,31	
3	Клеевая смесь для приклейки пенополистирола		16,31	25,30
		14,5	16,20	
4	Пенополистирол фасадной марки ППС-16ф		16,20	-9,85
		-27,4	-6,45	
5	Клеевая смесь для базового слоя + декоративный слой		-6,45	24,01
		-27,5	-6,50	
	Улица		-6,50	
		-28	-6,78	

Где:

$t_{гр}$ - температура на границе слоёв при наиболее холодной пятидневке обеспеченностью 0,92 (данные отображены в графике распределения температур)
 $t_{ср}$ - температура на границе слоёв при средней наружной температуре периода с отрицательными температурами
 $t_{м.у.}$ - значения температур в плоскости максимального увлажнения

По анализу полученных в таблице данных в конструкции **плоскость возможного увлажнения** в данной конструкции находится между слоями №3 и №4.

Исходя из п. 8.5.5. за плоскость максимального увлажнения принимается плоскость, расположенная на наружной поверхности слоя №3.

Защита от переувлажнения заданной конструкции:

Определяются температуры в плоскости возможного влагонакопления в летний, весенне-осенний, зимний периоды и в период влагонакопления.

Обозначение	Период влагонакопления	средняя $t, ^\circ\text{C}$
t_0	Период влагонакопления со средними отриц. темп. месяцев	16,92
t_1	Зимний период	16,66
t_2	Весенне-осенний период	17,74
t_3	Летний период	19,33

Условие отсутствия переувлажнения в конструкции: $R_n > R_{n2}^{TP}$ и $R_n > R_{n1}^{TP}$

R_n	>	R_{n2}^{TP}	
2,589	>	-0,206	Условие выполняется

R_n	>	R_{n1}^{TP}	
2,589	>	-2,105	Условие выполняется

На основании требований СП 50.13330.2014 рассматриваемая конструкция:

- соответствует требованию по тепловой защите
- соответствует санитарно-гигиеническому требованию
- соответствует требованию отсутствия влагонакопления и не требует дополнительных мер по защите от переувлажнения

Определение основных данных конструкции:

В конструкции дополнительно к общим, присутствуют теплопроводные включения в виде зонтичных дюбелей, которыми закрепляется дополнительно от ветровых нагрузок пенополистирол в основание кирпичной кладки. На основании Таблицы 1 ГОСТ Р 54851-2011 дополнительно принимается коэффициент теплотехнической однородности конструкции 0,85.

Нормируемый коэффициент теплосопротивления конструкции – 4,12 (м·°C)/Вт

Необходимая толщина пенополистирола в данной конструкции стены – 152 мм. Значение округляется до ближайшей изготавливаемой толщины и принимается 160 мм.

Фактическое теплосопротивление фрагмента данной конструкции R = 4,28 (м·°C)/Вт

Разница между температурой поверхности внутренней плоскости ограждающей конструкции и температурой воздуха внутреннего помещения составляет 1,29 °C

Температура на внутренней поверхности стены: 18,7 °C.

18,7 °C > 12 °C – **условие выполняется**. Выпадения конденсата на поверхности стены нет.

График распределения температур $t_{гр}$ в конструкции при наиболее холодной пятидневке (обеспеченностью 0,92):

**Определение плоскости максимального увлажнения:**

Условия соответствия п. 8.5.5 для ярко выраженного теплоизоляционного слоя:			
Первое условие	$R_{ут} > 2/3R_{0,ут}$	$3,40 > 2,27$	условие выполняется
Второе условие	$\mu_n < \mu_{ут}$	$0,098 < 0,05$	условие не выполняется
Третье условие	$\mu_{ут}/\lambda_{ут} > 2$	$1,06 > 2$	условие не выполняется

Расчёт по данному условию п 8.5.5 не производится

В результате вычисления значения температур на границе слоёв при средней температуре периода с отрицательными температурами и значения комплекса f_1 для каждого слоя многослойной конструкции, характеризующего температуру в плоскости максимального увлажнения получены данные, которые сведены в таблицу:

слой	название материала слоя	$t_{гр}$	$t_{ср}$	$t_{м.у.}$
	Внутреннее помещение	20	20	
1	Гипсовая штукатурная смесь	18,7	19,28	12
2	Кладка из керамического пустотного кирпича (1300 кг/м³)	18,3	19,05	11,23
3	Клеевая смесь для приклейки пенополистирола	11	14,95	26,02
4	Пенополистирол фасадной марки ППС-16ф	10,8	14,85	-9,13
5	Клеевая смесь для базового слоя + декоративный слой	-27,4	-6,45	24,73
	Улица	-27,5	-6,51	
		-28	-6,78	

Где:

$t_{гр}$ - температура на границе слоёв при наиболее холодной пятидневке обеспеченностью 0,92 (данные отображены в графике распределения температур)

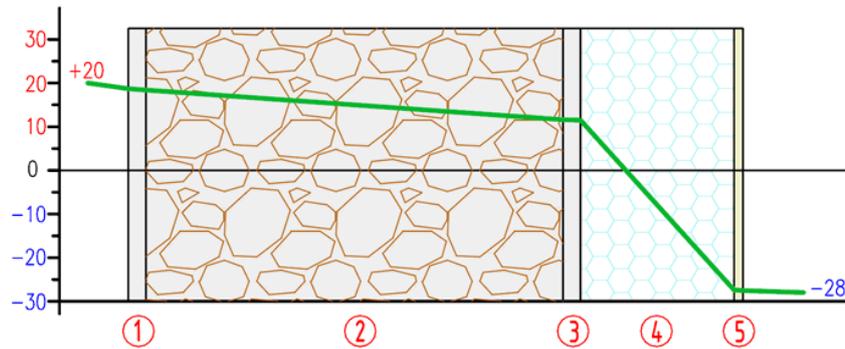
$t_{ср}$ - температура на границе слоёв при средней наружной температуре периода с отрицательными температурами

$t_{м.у.}$ - значения температур в плоскости максимального увлажнения

По анализу полученных в таблице данных в конструкции **плоскость возможного увлажнения** в данной конструкции находится между слоями №3 и №4.

Исходя из п. 8.5.5. за плоскость максимального увлажнения принимается плоскость, расположенная на наружной поверхности слоя №3.

График распределения температур $t_{гр}$ в конструкции при наиболее холодной пятидневке (обеспеченностью 0,92):



Определение плоскости максимального увлажнения:

Условия соответствия п. 8.5.5 для ярко выраженного теплоизоляционного слоя:			
Первое условие	$R_{ут} > 2/3R_{0}^{учп}$	$3,40 > 2,27$	условие выполняется
Второе условие	$\mu_n < \mu_{ут}$	$0,098 < 0,05$	условие не выполняется
Третье условие	$\mu_{ут}/\lambda_{ут} > 2$	$1,06 > 2$	условие не выполняется
Расчёт по данному условию п 8.5.5 не производится			

В результате вычисления значения температур на границе слоёв при средней температуре периода с отрицательными температурами и значения комплекса f_i для каждого слоя многослойной конструкции, характеризующего температуру в плоскости максимального увлажнения получены данные, которые сведены в таблицу:

слой	название материала слоя	$t_{гр}$	$t_{ср}$	$t_{м.у.}$
	Внутреннее помещение	20	20	
1	Гипсовая штукатурная смесь	18,7	19,27	8
		18,3	19,04	
2	Керамзитобетон на керамзитовом песке	11,3	19,04	16,45
			15,16	
3	Клеевая смесь для приклейки пенополистирола	11,1	15,16	20,85
			15,05	
4	Пенополистирол фасадной марки ППС-16ф	-27,4	15,05	-13,02
			-6,45	
5	Клеевая смесь для базового слоя + декоративный слой	-27,5	-6,45	20,85
			-6,51	
	Улица	-28	-6,78	

Где:

$t_{гр}$ - температура на границе слоёв при наиболее холодной пятидневке обеспеченностью 0,92 (данные отображены в графике распределения температур)
 $t_{ср}$ - температура на границе слоёв при средней наружной температуре периода с отрицательными температурами
 $t_{м.у.}$ - значения температур в плоскости максимального увлажнения

По анализу полученных в таблице данных в конструкции **плоскость возможного увлажнения** в данной конструкции находится между слоями №3 и №4.

Исходя из п. 8.5.5. за плоскость максимального увлажнения принимается плоскость, расположенная на наружной поверхности слоя №3.

Защита от переувлажнения заданной конструкции:

Определяются температуры в плоскости возможного влагонакопления в летний, весенне-осенний, зимний периоды и в период влагонакопления.

Обозначение	Период влагонакопления	средняя $t, ^\circ\text{C}$
t_0	Период влагонакопления со средними отриц. темп. месяцев	15,05
t_1	Зимний период	14,63
t_2	Весенне-осенний период	16,37
t_3	Летний период	18,92

Условие отсутствия переувлажнения в конструкции: $R_n > R_{n2}^{TP}$ и $R_n > R_{n1}^{TP}$

R_n	$>$	R_{n2}^{TP}	
4,398	$>$	-0,741	Условие выполняется

R_n	$>$	R_{n1}^{TP}	
4,398	$>$	-1,833	Условие выполняется

На основании требований СП 50.13330.2014 рассматриваемая конструкция:

- соответствует требованию по тепловой защите
- соответствует санитарно-гигиеническому требованию
- соответствует требованию отсутствия влагонакопления и не требует дополнительных мер по защите от переувлажнения

Конструкция 8: Кладка из керамзитобетонных блоков 300 мм, средний слой - утеплитель ППС, наружный слой – облицовочный кирпич.

№ слоя	Материал (из помещения наружу)	толщина слоя, мм
1	Гипсовая штукатурная смесь	15
2	Кладка из керамзитобетонных блоков (1400 кг/м ³)	300
3	Пенополистирол фасадной марки ППС-16ф	150
4	Кладка из облицовочного полнотелого кирпича (1800 кг/м ³)	120

Определение основных данных конструкции:

В конструкции дополнительно к общим, присутствуют теплопроводные включения в виде гибких связей, которые устанавливаются в основную кладку, проходят через теплоизоляцию и закрепляются в облицовочной кладке. На основании ГОСТ Р 54851-2011 дополнительно принимается коэффициент теплотехнической однородности конструкции 0,9.

Нормируемый коэффициент теплосопrotivления конструкции – 3,89 (м·°C)/Вт

Необходимая толщина пенополистирола в данной конструкции стены – 145 мм. Значение округляется до ближайшей изготавливаемой толщины и принимается 150 мм.

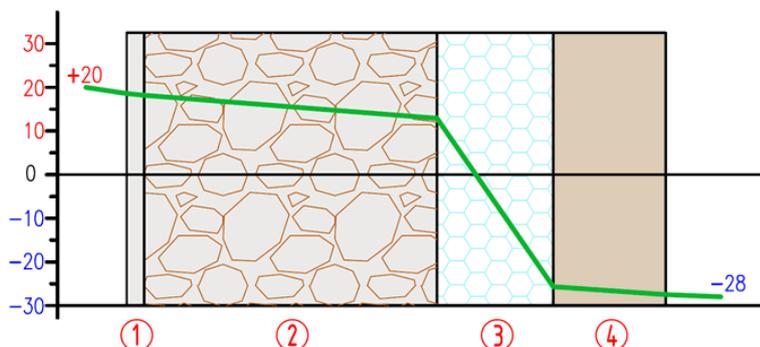
Фактическое теплосопrotivление фрагмента данной конструкции $R = 4,0$ (м·°C)/Вт

Разница между температурой поверхности внутренней плоскости ограждающей конструкции и температурой воздуха внутреннего помещения составляет 1,38 °C

Температура на внутренней поверхности стены: 18,6 °C.

18,6 °C > 12 °C – **условие выполняется**. Выпадения конденсата на поверхности стены нет.

График распределения температур $t_{гр}$ в конструкции при наиболее холодной пятидневке (обеспеченностью 0,92):

**Определение плоскости максимального увлажнения:**

Условия соответствия п. 8.5.5 для ярко выраженного теплоизоляционного слоя:			
Первое условие	$R_{ут} > 2/3R_{0^{учл}}$	$3,191 > 2,127$	условие выполняется
Второе условие	$\mu_n < \mu_{ут}$	$0,11 < 0,05$	условие не выполняется
Третье условие	$\mu_{ут}/\lambda_{ут} > 2$	$1,06 > 2$	условие не выполняется

Расчёт по данному условию п 8.5.5 не производится

В результате вычисления значения температур на границе слоёв при средней температуре периода с отрицательными температурами и значения комплекса f_i для каждого слоя многослойной конструкции, характеризующего температуру в плоскости максимального увлажнения получены данные, которые сведены в таблицу:

слой	название материала слоя	$t_{гр}$	$t_{ср}$	$t_{м.у.}$
	Внутреннее помещение	20	20	
1	Гипсовая штукатурная смесь	18,6	19,23	7,59
		18,2	18,98	
2	Кладка из керамзитобетонных блоков	12,9	15,89	16,28
			18,98	
3	Пенополистирол фасадной марки ППС-16ф		15,89	-13,18
			-5,50	
4	Кладка из облицовочного кирпича без вентилируемого зазора	-25,7	-5,50	17,86
			-6,49	
	Улица	-27,5	-6,49	
		-28	-6,78	

Где:

$t_{гр}$ - температура на границе слоёв при наиболее холодной пятидневке обеспеченностью 0,92 (данные отображены в графике распределения температур)

$t_{ср}$ - температура на границе слоёв при средней наружной температуре периода с отрицательными температурами

$t_{м.у.}$ - значения температур в плоскости максимального увлажнения

По анализу полученных в таблице данных в конструкции получена **плоскость возможного увлажнения** в слое №2 и между слоями №3 и №4.

Исходя из п. 8.5.5. за плоскость максимального увлажнения принимается плоскость, расположенная на наружной поверхности теплоизоляционного слоя №3.

Защита от переувлажнения заданной конструкции:

Определяются температуры в плоскости возможного влагонакопления в летний, весенне-осенний, зимний периоды и в период влагонакопления.

Обозначение	Период влагонакопления	средняя $t, ^\circ\text{C}$
t_0	Период влагонакопления со средними отриц. темп. месяцев	-5,5
t_1	Зимний период	-7,64
t_2	Весенне-осенний период	1,32
t_3	Летний период	14,42

Условие отсутствия переувлажнения в конструкции: $R_n > R_{n2}^{TP}$ и $R_n > R_{n1}^{TP}$

R_n	>	R_{n2}^{TP}	
6,224	>	1,178	Условие выполняется

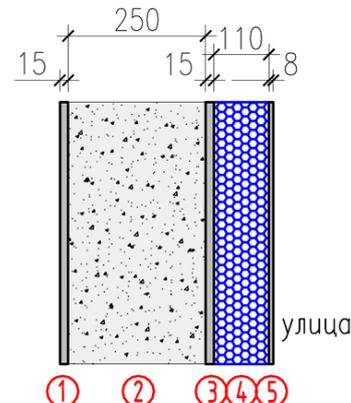
R_n	>	R_{n1}^{TP}	
6,224	>	1,326	Условие выполняется

На основании требований СП 50.13330.2014 рассматриваемая конструкция:

- соответствует требованию по тепловой защите
- соответствует санитарно-гигиеническому требованию
- соответствует требованию отсутствия влагонакопления и не требует дополнительных мер по защите от переувлажнения

Конструкция 9: Кладка из газобетонных блоков D400 250 мм и система СФТК на пенополистироле.

№ слоя	Материал (из помещения наружу)	толщина слоя, мм
1	Гипсовая штукатурная смесь	15
2	Кладка из газобетонных блоков марки D400	250
3	Клеевая смесь для приклейки пенополистирола	15
4	Пенополистирол фасадной марки ППС-16ф	110
5	Клеевая смесь для базового слоя + декоративный слой	8


Определение основных данных конструкции:

В конструкции дополнительно к общим, присутствуют теплопроводные включения в виде зонтичных дюбелей, которыми закрепляется дополнительно от ветровых нагрузок пенополистирол в основание кладки из газобетонных блоков. На основании Таблицы 1 ГОСТ Р 54851-2011 дополнительно принимается коэффициент теплотехнической однородности конструкции 0,85.

Нормируемый коэффициент теплосопrotивления конструкции – 4,12 (м·°C)/Вт

Необходимая толщина пенополистирола в данной конструкции стены – 105 мм. Значение округляется до ближайшей изготавливаемой толщины и принимается 110 мм.

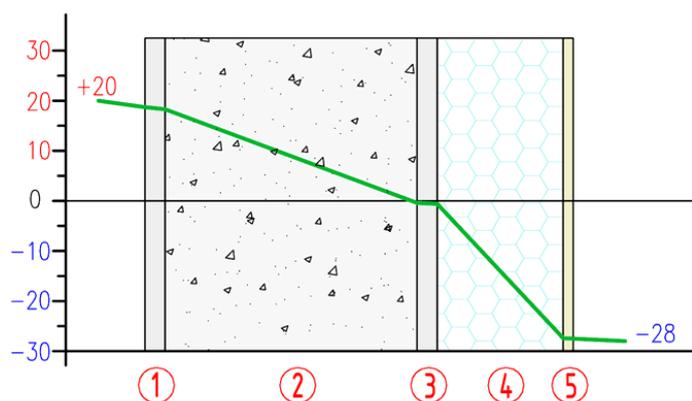
Фактическое теплосопrotивление фрагмента данной конструкции $R = 4,23$ (м·°C)/Вт

Разница между температурой поверхности внутренней плоскости ограждающей конструкции и температурой воздуха внутреннего помещения составляет 1,3 °C

Температура на внутренней поверхности стены: 18,7 °C.

18,7 °C > 12 °C – **условие выполняется**. Выпадения конденсата на поверхности стены нет.

График распределения температур $t_{гр}$ в конструкции при наиболее холодной пятидневке (обеспеченностью 0,92):

**Определение плоскости максимального увлажнения:**

Условия соответствия п. 8.5.5 для ярко выраженного теплоизоляционного слоя:			
Первое условие	$R_{ут} > 2/3R_{0усл}$	$2,34 > 1,56$	условие выполняется
Второе условие	$\mu_n < \mu_{ут}$	$0,098 < 0,05$	условие не выполняется
Третье условие	$\mu_{ут}/\lambda_{ут} > 2$	$1,06 > 2$	условие не выполняется

Расчёт по данному условию п 8.5.5 не производится

В результате вычисления значения температур на границе слоёв при средней температуре периода с отрицательными температурами и значения комплекса f_i для каждого слоя многослойной конструкции, характеризующего температуру в плоскости максимального увлажнения получены данные, которые сведены в таблицу:

слой	название материала слоя	$t_{гр}$	$t_{ср}$	$t_{м.у.}$
	Внутреннее помещение	20	20	
1	Гипсовая штукатурная смесь	18,7	19,27	19
		18,3	19,04	
2	Кладка из газобетона марки D400		19,04	-7,53
		-0,2	8,49	
3	Клеевая смесь для приклейки пенополистирола		8,49	31,85
		-0,4	8,38	
4	Пенополистирол фасадной марки ППС-16ф		8,38	-2,01
		-27,4	-6,45	
5	Клеевая смесь для базового слоя + декоративный слой		-6,45	31,85
		-27,5	-6,50	
	Улица		-6,50	
		-28	-6,78	

Где:

$t_{гр}$ - температура на границе слоёв при наиболее холодной пятидневке обеспеченностью 0,92 (данные отображены в графике распределения температур)

$t_{ср}$ - температура на границе слоёв при средней наружной температуре периода с отрицательными температурами

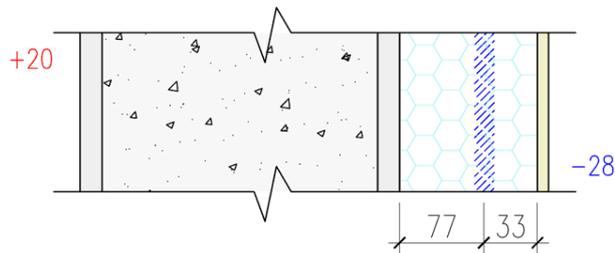
$t_{м.у.}$ - значения температур в плоскости максимального увлажнения

По анализу полученных в таблице данных в конструкции получены две плоскости возможного увлажнения.

1-я плоскость – на границе слоёв №2 и №3 и вторая плоскость в слое №4.

Исходя из п. 8.5.4. и 8.5.5. для расчёта назначается плоскость максимальной возможной конденсации в слое №4.

За плоскость максимального увлажнения после нахождения расстояния в теплоизоляционном слое, соответствующей температуре -2,01 принимается плоскость, расположенная на расстоянии 77,7 мм от внутренней плоскости теплоизоляционного слоя.



Защита от переувлажнения заданной конструкции:

Определяются температуры в плоскости возможного влагонакопления в летний, весенне-осенний, зимний периоды и в период влагонакопления.

Обозначение	Период влагонакопления	средняя $t, ^\circ\text{C}$
t_0	Период влагонакопления со средними отриц. темп. месяцев	-2,01
t_1	Зимний период	-3,95
t_2	Весенне-осенний период	3,81
t_3	Летний период	15,16

Условие отсутствия переувлажнения в конструкции: $R_n > R_{n2}^{TP}$ и $R_n > R_{n1}^{TP}$

R_n	$>$	R_{n2}^{TP}	
2,943	$>$	2,069	Условие выполняется

R_n	$>$	R_{n1}^{TP}	
2,943	$>$	0,403	Условие выполняется

На основании требований СП 50.13330.2014 рассматриваемая конструкция:

- соответствует требованию по тепловой защите
- соответствует санитарно-гигиеническому требованию
- соответствует требованию отсутствия влагонакопления и не требует дополнительных мер по защите от переувлажнения

слой	название материала слоя	$t_{гр}$	$t_{ср}$	$t_{м.у.}$
	Внутреннее помещение	20	20	
1	Гипсовая штукатурная смесь	18,7	19,28	17
			19,05	
2	Кладка из газобетона марки D500	18,3	19,05	-3,23
			9,65	
3	Клеевая смесь для приклейки пенополистирола	1,5	9,65	29,70
			9,55	
4	Пенополистирол фасадной марки ППС-16ф	1,3	9,55	-4,16
			-6,45	
5	Клеевая смесь для базового слоя + декоративный слой	-27,4	-6,45	29,70
			-6,51	
	Улица	-27,5	-6,51	
		-28	-6,78	

Где:

$t_{гр}$ - температура на границе слоёв при наиболее холодной пятидневке обеспеченностью 0,92 (данные отображены в графике распределения температур)

$t_{ср}$ - температура на границе слоёв при средней наружной температуре периода с отрицательными температурами

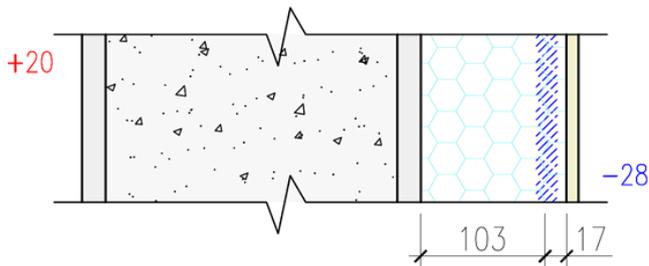
$t_{м.у.}$ - значения температур в плоскости максимального увлажнения

По анализу полученных в таблице данных в конструкции получены две плоскости возможного увлажнения.

1-я плоскость – между слоёв №2 и №3 и вторая плоскость внутри слоя №4.

Исходя из п. 8.5.4. и 8.5.5. для расчёта назначается плоскость максимальной возможной конденсации в слое №4.

За плоскость максимального увлажнения после нахождения расстояния в теплоизоляционном слое, соответствующей температуре -4,16 принимается плоскость, расположенная на расстоянии 103 мм от внутренней плоскости теплоизоляционного слоя.



Защита от переувлажнения заданной конструкции:

Определяются температуры в плоскости возможного влагонакопления в летний, весенне-осенний, зимний периоды и в период влагонакопления.

Обозначение	Период влагонакопления	средняя $t, ^\circ\text{C}$
t_0	Период влагонакопления со средними отриц. темп. месяцев	-4,16
t_1	Зимний период	-6,22
t_2	Весенне-осенний период	2,28
t_3	Летний период	14,71

Условие отсутствия переувлажнения в конструкции: $R_n > R_{n2}^{TP}$ и $R_n > R_{n1}^{TP}$

R_n	$>$	R_{n2}^{TP}	
3,356	$>$	3,416	Условие не выполняется

R_n	$>$	R_{n1}^{TP}	
3,356	$>$	0,855	Условие выполняется

На основании требований СП 50.13330.2014 рассматриваемая конструкция:

- соответствует требованию по тепловой защите
- соответствует санитарно-гигиеническому требованию
- не соответствует требованию отсутствия влагонакопления, поэтому требует дополнительных мер по защите от переувлажнения

Конструкция 11: Кладка из газобетонных блоков D600 300 мм и система СФТК на пенополистироле.

№ слоя	Материал (из помещения наружу)	толщина слоя, мм
1	Гипсовая штукатурная смесь	15
2	Кладка из газобетонных блоков марки D600	300
3	Клеевая смесь для приклейки пенополистирола	15
4	Пенополистирол фасадной марки ППС-16ф	130
5	Клеевая смесь для базового слоя + декоративный слой	8

Определение основных данных конструкции:

В конструкции дополнительно к общим, присутствуют теплопроводные включения в виде зонтичных дюбелей, которыми закрепляется дополнительно от ветровых нагрузок пенополистирол в основание кладки из газобетонных блоков. На основании Таблицы 1 ГОСТ Р 54851-2011 дополнительно принимается коэффициент теплотехнической однородности конструкции 0,85.

Нормируемый коэффициент теплосопrotивления конструкции – 4,12 (м·°C)/Вт

Необходимая толщина пенополистирола в данной конструкции стены – 129 мм. Значение округляется до ближайшей изготавливаемой толщины и принимается 130 мм.

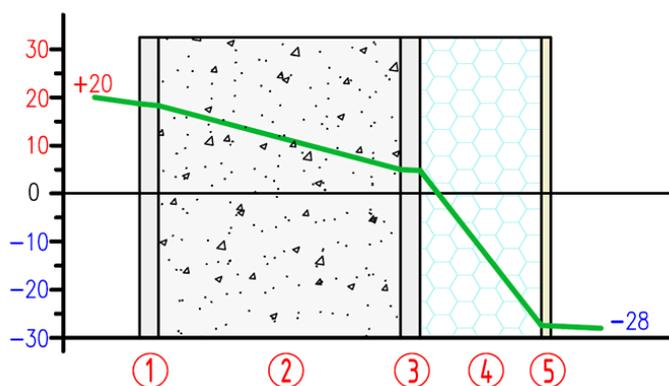
Фактическое теплосопrotивление фрагмента данной конструкции $R = 4,14$ (м·°C)/Вт

Разница между температурой поверхности внутренней плоскости ограждающей конструкции и температурой воздуха внутреннего помещения составляет 1,33 °C

Температура на внутренней поверхности стены: 18,7 °C.

18,7 °C > 12 °C – **условие выполняется**. Выпадения конденсата на поверхности стены нет.

График распределения температур $t_{гр}$ в конструкции при наиболее холодной пятидневке (обеспеченностью 0,92):

**Определение плоскости максимального увлажнения:**

Условия соответствия п. 8.5.5 для ярко выраженного теплоизоляционного слоя:			
Первое условие	$R_{ут} > 2/3R_{0}^{уст}$	$2,76 > 1,84$	условие выполняется
Второе условие	$\mu_n < \mu_{ут}$	$0,098 < 0,05$	условие не выполняется
Третье условие	$\mu_{ут}/\lambda_{ут} > 2$	$1,06 > 2$	условие не выполняется
Расчёт по данному условию п 8.5.5 не производится			

В результате вычисления значения температур на границе слоёв при средней температуре периода с отрицательными температурами и значения комплекса f_1 для каждого слоя многослойной конструкции, характеризующего температуру в плоскости максимального увлажнения получены данные, которые сведены в таблицу:

слой	название материала слоя	$t_{гр}$	$t_{ср}$	$t_{м.у.}$
	Внутреннее помещение	20	20	
1	Гипсовая штукатурная смесь	18,7	19,26	15
			19,02	
2	Кладка из газобетона марки D600	18,2	19,02	1,16
			11,56	
3	Клеевая смесь для приклейки пенополистирола	4,9	11,56	27,68
			11,45	
4	Пенополистирол фасадной марки ППС-16ф	4,7	11,45	-6,19
			-6,44	
5	Клеевая смесь для базового слоя + декоративный слой	-27,4	-6,44	27,68
			-6,50	
	Улица	-27,5	-6,50	
		-28	-6,78	

Где:

$t_{гр}$ - температура на границе слоёв при наиболее холодной пятидневке обеспеченностью 0,92 (данные отображены в графике распределения температур)

$t_{ср}$ - температура на границе слоёв при средней наружной температуре периода с отрицательными температурами

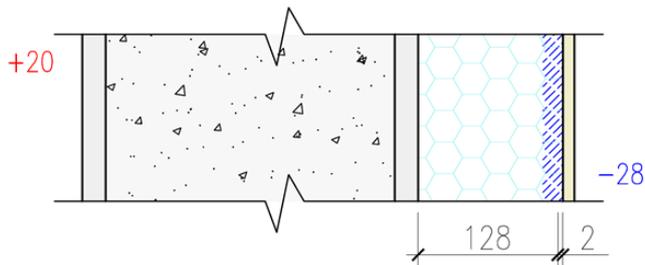
$t_{м.у.}$ - значения температур в плоскости максимального увлажнения

По анализу полученных в таблице данных в конструкции получены две плоскости возможного увлажнения.

1-я плоскость – между слоями №2 и №3 и вторая плоскость в слое №4.

Исходя из п. 8.5.4. и 8.5.5. для расчёта назначается плоскость максимальной возможной конденсации в слое №4.

За плоскость максимального увлажнения после нахождения расстояния в теплоизоляционном слое, соответствующей температуре -6,19 принимается плоскость, расположенная на расстоянии 128 мм от внутренней плоскости теплоизоляционного слоя.



Защита от переувлажнения заданной конструкции:

Определяются температуры в плоскости возможного влагонакопления в летний, весенне-осенний, зимний периоды и в период влагонакопления.

Обозначение	Период влагонакопления	средняя $t, ^\circ\text{C}$
t_0	Период влагонакопления со средними отриц. темп. месяцев	-6,19
t_1	Зимний период	-8,39
t_2	Весенне-осенний период	0,8
t_3	Летний период	14,26

Условие отсутствия переувлажнения в конструкции: $R_n > R_{n2}^{TP}$ и $R_n > R_{n1}^{TP}$

R_n	>	R_{n2}^{TP}	
4,641	>	1,998	Условие выполняется

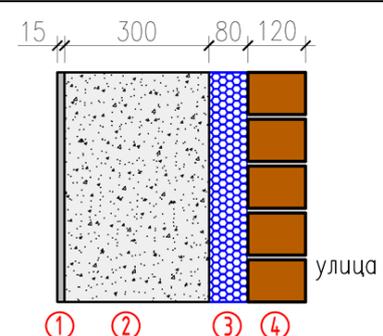
R_n	>	R_{n1}^{TP}	
4,641	>	0,189	Условие выполняется

На основании требований СП 50.13330.2014 рассматриваемая конструкция:

- соответствует требованию по тепловой защите
- соответствует санитарно-гигиеническому требованию
- соответствует требованию отсутствия влагонакопления и не требует дополнительных мер по защите от переувлажнения

Конструкция 12: Кладка из газобетонных блоков D400 300 мм, средний слой - утеплитель ППС, наружный слой – облицовочный кирпич.

№ слоя	Материал (из помещения наружу)	толщина слоя, мм
1	Гипсовая штукатурная смесь	15
2	Кладка из газобетонных блоков марки D400	300
3	Пенополистирол фасадной марки ППС-16ф	80
4	Кладка из облицовочного полнотелого кирпича (1800 кг/м ³)	120


Определение основных данных конструкции:

В конструкции дополнительно к общим, присутствуют теплопроводные включения в виде гибких связей, которые устанавливаются в основную кладку, проходят через теплоизоляцию и закрепляются в облицовочной кладке. На основании ГОСТ Р 54851-2011 дополнительно принимается коэффициент теплотехнической однородности конструкции 0,9.

Нормируемый коэффициент теплосопrotивления конструкции – 3,89 (м·°C)/Вт

Необходимая толщина пенополистирола в данной конструкции стены – 72 мм. Значение округляется до ближайшей изготавливаемой толщины и принимается 80 мм.

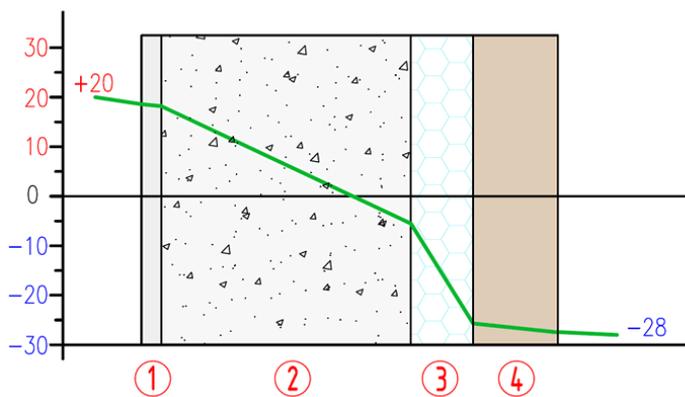
Фактическое теплосопrotивление фрагмента данной конструкции R = 4,05 (м·°C)/Вт

Разница между температурой поверхности внутренней плоскости ограждающей конструкции и температурой воздуха внутреннего помещения составляет 1,36 °C

Температура на внутренней поверхности стены: 18,6 °C.

18,6 °C > 12 °C – **условие выполняется**. Выпадения конденсата на поверхности стены нет.

График распределения температур $t_{гр}$ в конструкции при наиболее холодной пятидневке (обеспеченностью 0,92):

**Определение плоскости максимального увлажнения:**

Условия соответствия п. 8.5.5 для ярко выраженного теплоизоляционного слоя:			
Первое условие	$R_{ут} > 2/3R_0^{всл}$	1,7 > 1,134	условие выполняется
Второе условие	$\mu_n < \mu_{ут}$	0,11 < 0,05	условие не выполняется
Третье условие	$\mu_{ут}/\lambda_{ут} > 2$	1,06 > 2	условие выполняется

Расчёт по данному условию п 8.5.5 не производится

В результате вычисления значения температур на границе слоёв при средней температуре периода с отрицательными температурами и значения комплекса f_1 для каждого слоя многослойной конструкции, характеризующего температуру в плоскости максимального увлажнения получены данные, которые сведены в таблицу:

слой	название материала слоя	$t_{гр}$	$t_{ср}$	$t_{м.у.}$
	Внутреннее помещение	20	20	
1	Гипсовая штукатурная смесь	18,6	19,24	16,27
		18,2	19,00	
2	Кладка из газобетона марки D400		19,00	-10,01
		-5,5	5,76	
3	Пенополистирол фасадной марки ППС-16ф		5,76	-4,50
		-25,7	-5,51	
4	Кладка из облицовочного кирпича без вентилируемого зазора		-5,51	26,54
		-27,5	-6,49	
	Улица		-6,49	
		-28	-6,78	

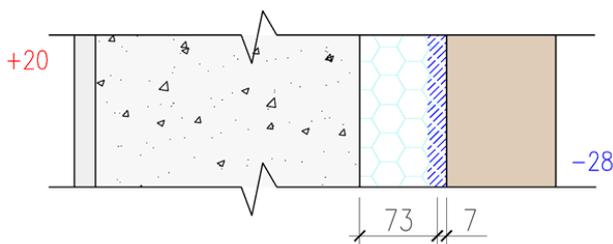
Где:

$t_{гр}$ - температура на границе слоёв при наиболее холодной пятидневке обеспеченностью 0,92 (данные отображены в графике распределения температур)

$t_{ср}$ - температура на границе слоёв при средней наружной температуре периода с отрицательными температурами

$t_{м.у.}$ - значения температур в плоскости максимального увлажнения

По анализу полученных в таблице данных в конструкции получена **плоскость возможного увлажнения** в слое №3. Исходя из п. 8.5.4. за плоскость максимального увлажнения после нахождения расстояния в теплоизоляционном слое, соответствующей температуре -4,5 принимается плоскость, расположенная на расстоянии 73 мм от внутренней плоскости теплоизоляционного слоя.



Защита от переувлажнения заданной конструкции:

Определяются температуры в плоскости возможного влагонакопления в летний, весенне-осенний, зимний периоды и в период влагонакопления.

Обозначение	Период влагонакопления	средняя $t, ^\circ\text{C}$
t_0	Период влагонакопления со средними отриц. темп. месяцев	-4,5
t_1	Зимний период	-6,56
t_2	Весенне-осенний период	2,04
t_3	Летний период	14,64

Условие отсутствия переувлажнения в конструкции: $R_n > R_{n2}^{TP}$ и $R_n > R_{n1}^{TP}$

$R_n > R_{n2}^{TP}$	
2,927 > 5,128	Условие не выполняется

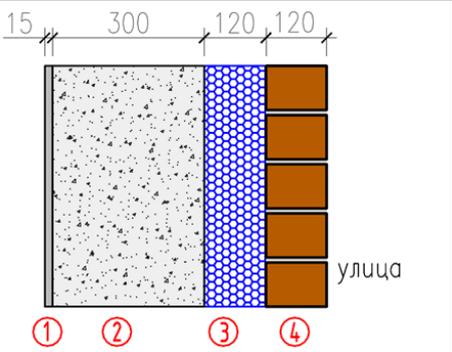
$R_n > R_{n1}^{TP}$	
2,927 > 1,199	Условие выполняется

На основании требований СП 50.13330.2014 рассматриваемая конструкция:

- соответствует требованию по тепловой защите
- соответствует санитарно-гигиеническому требованию
- не соответствует требованию отсутствия влагонакопления, поэтому требует дополнительных мер по защите от переувлажнения

Конструкция 13: Кладка из газобетонных блоков D600 300 мм, средний слой - утеплитель ППС, наружный слой – облицовочный кирпич.

№ слоя	Материал (из помещения наружу)	толщина слоя, мм
1	Гипсовая штукатурная смесь	15
2	Кладка из газобетонных блоков марки D600	300
3	Пенополистирол фасадной марки ППС-16ф	120
4	Кладка из облицовочного полнотелого кирпича (1800 кг/м³)	120



Определение основных данных конструкции:

В конструкции дополнительно к общим, присутствуют теплопроводные включения в виде гибких связей, которые устанавливаются в основную кладку, проходят через теплоизоляцию и закрепляются в облицовочной кладке. На основании ГОСТ Р 54851-2011 дополнительно принимается коэффициент теплотехнической однородности конструкции 0,9.

Нормируемый коэффициент теплосопrotivления конструкции – 3,89 (м·°C)/Вт

Необходимая толщина пенополистирола в данной конструкции стены – 112 мм. Значение округляется до ближайшей изготавливаемой толщины и принимается 120 мм.

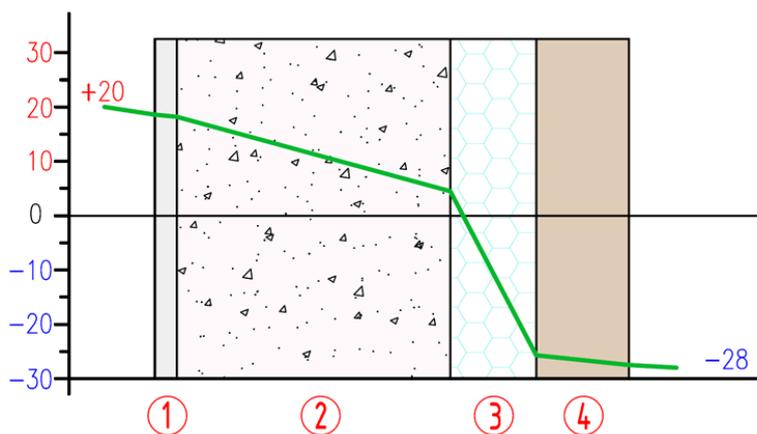
Фактическое теплосопrotivление фрагмента данной конструкции $R = 4,05$ (м·°C)/Вт

Разница между температурой поверхности внутренней плоскости ограждающей конструкции и температурой воздуха внутреннего помещения составляет 1,36 °C

Температура на внутренней поверхности стены: 18,6 °C.

18,6 °C > 12 °C – **условие выполняется**. Выпадения конденсата на поверхности стены нет.

График распределения температур $t_{гр}$ в конструкции при наиболее холодной пятидневке (обеспеченностью 0,92):



Определение плоскости максимального увлажнения:

Условия соответствия п. 8.5.5 для ярко выраженного теплоизоляционного слоя:			
Первое условие	$R_{ут} > 2/3R_0^{учп}$	$2,55 > 1,703$	условие выполняется
Второе условие	$\mu_n < \mu_{ут}$	$0,11 < 0,05$	условие не выполняется
Третье условие	$\mu_{ут}/\lambda_{ут} > 2$	$1,06 > 2$	условие не выполняется
<i>Расчёт по данному условию п 8.5.5 не производится</i>			

В результате вычисления значения температур на границе слоёв при средней температуре периода с отрицательными температурами и значения комплекса f_i для каждого слоя многослойной конструкции, характеризующего температуру в плоскости максимального увлажнения получены данные, которые сведены в таблицу:

слой	название материала слоя	$t_{гр}$	$t_{ср}$	$t_{м.у.}$
	Внутреннее помещение	20	20	
1	Гипсовая штукатурная смесь	18,6	19,24	12,31
		18,2	19,00	
2	Кладка из газобетона марки D600		19,00	-1,12
		4,5	11,37	
3	Пенополистирол фасадной марки ППС-16ф		11,37	-8,46
		-25,7	-5,51	
4	Кладка из облицовочного кирпича без вентилируемого зазора		-5,51	22,58
		-27,5	-6,49	
	Улица		-6,49	
		-28	-6,78	

Где:

$t_{гр}$ - температура на границе слоёв при наиболее холодной пятидневке обеспеченностью 0,92 (данные отображены в графике распределения температур)

$t_{ср}$ - температура на границе слоёв при средней наружной температуре периода с отрицательными температурами

$t_{м.у.}$ - значения температур в плоскости максимального увлажнения

По анализу полученных в таблице данных в конструкции [плоскость возможного увлажнения](#) в данной конструкции отсутствует.

Исходя из п. 8.5.5. за плоскость максимального увлажнения принимается поверхность стеновой конструкции.

Защита от переувлажнения заданной конструкции:

Определяются температуры в плоскости возможного влагонакопления в летний, весенне-осенний, зимний периоды и в период влагонакопления.

Обозначение	Период влагонакопления	средняя $t, ^\circ\text{C}$
t_0	Период влагонакопления со средними отриц. темп. месяцев	-6,49
t_1	Зимний период	-8,72
t_2	Весенне-осенний период	0,59
t_3	Летний период	14,20

Условие отсутствия переувлажнения в конструкции: $R_n > R_{n2}^{TP}$ и $R_n > R_{n1}^{TP}$

R_n	$>$	R_{n2}^{TP}	
5,419	$>$	0,001	Условие выполняется

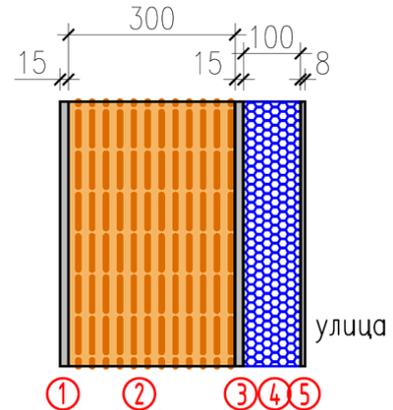
R_n	$>$	R_{n1}^{TP}	
5,419	$>$	0,019	Условие выполняется

На основании требований СП 50.13330.2014 рассматриваемая конструкция:

- соответствует требованию по тепловой защите
- соответствует санитарно-гигиеническому требованию
- соответствует требованию отсутствия влагонакопления и не требует дополнительных мер по защите от переувлажнения

Конструкция 14: Кладка из блоков поризованной «тёплой» керамики 300 мм и система СФТК на пенополистироле.

№ слоя	Материал (из помещения наружу)	толщина слоя, мм
1	Гипсовая штукатурная смесь	15
2	Кладка из блоков поризованной «тёплой» керамики на ЦП-растворе толщиной горизонтального шва 12 мм	300
3	Клеевая смесь для приклейки пенополистирола	15
4	Пенополистирол фасадной марки ППС-16ф	100
5	Клеевая смесь для базового слоя + декоративный слой	8

**Определение основных данных конструкции:**

В конструкции дополнительно к общим, присутствуют теплопроводные включения в виде зонтичных дюбелей, которыми закрепляется дополнительно от ветровых нагрузок пенополистирол в основание стеновой кладки. На основании Таблицы 1 ГОСТ Р 54851-2011 дополнительно принимается коэффициент теплотехнической однородности конструкции 0,85.

Нормируемый коэффициент теплосоппротивления конструкции – 4,12 (м·°C)/Вт

Необходимая толщина пенополистирола в данной конструкции стены – 96 мм. Значение округляется до ближайшей изготавливаемой толщины и принимается 100 мм.

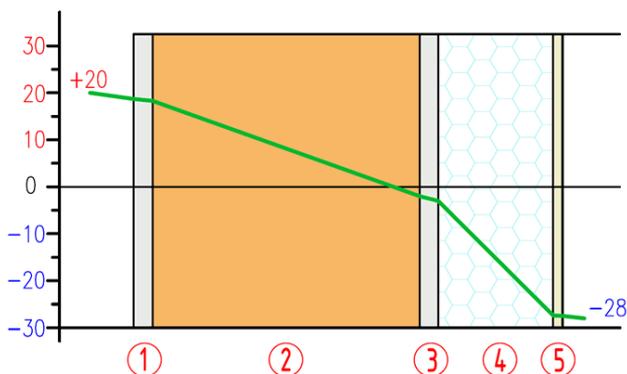
Фактическое теплосоппротивление фрагмента данной конструкции $R = 4,19$ (м·°C)/Вт

Разница между температурой поверхности внутренней плоскости ограждающей конструкции и температурой воздуха внутреннего помещения составляет 1,32 °C

Температура на внутренней поверхности стены: 18,7 °C.

18,7 °C > 12 °C – **условие выполняется**. Выпадения конденсата на поверхности стены нет.

График распределения температур $t_{гр}$ в конструкции при наиболее холодной пятидневке (обеспеченностью 0,92):

**Определение плоскости максимального увлажнения:**

Условия соответствия п. 8.5.5 для ярко выраженного теплоизоляционного слоя:			
Первое условие	$R_{ут} > 2/3R_0^{учп}$	$2,13 > 1,42$	условие выполняется
Второе условие	$\mu_n < \mu_{ут}$	$0,098 < 0,05$	условие не выполняется
Третье условие	$\mu_{ут}/\lambda_{ут} > 2$	$1,06 > 2$	условие не выполняется

Расчёт по данному условию п 8.5.5 не производится

В результате вычисления значения температур на границе слоёв при средней температуре периода с отрицательными температурами и значения комплекса f_1 для каждого слоя многослойной конструкции, характеризующего температуру в плоскости максимального увлажнения получены данные, которые сведены в таблицу:

слой	название материала слоя	$t_{гр}$	$t_{ср}$	$t_{м.у.}$
	Внутреннее помещение	20	20	
1	Гипсовая штукатурная смесь	18,7	19,27	15
			19,03	
2	Кладка из блоков поризованной «тёплой» керамики на ЦП-растворе	18,3	19,03	-1,48
3	Клеевая смесь для приклейки пенополистирола	-2	7,75	4,37
			7,75	
4	Пенополистирол фасадной марки ППС-16ф	-3	7,16	-5,34
5	Клеевая смесь для базового слоя + декоративный слой	-27,4	-6,44	28,52
			-6,44	
	Улица	-27,5	-6,50	
		-28	-6,78	

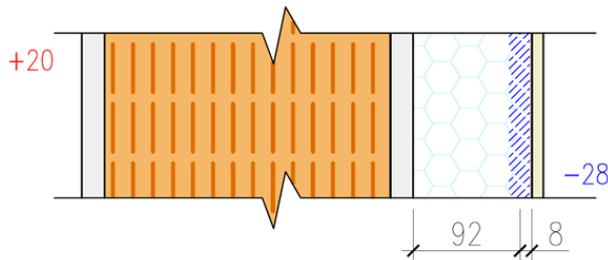
Где:

$t_{гр}$ - температура на границе слоёв при наиболее холодной пятидневке обеспеченностью 0,92 (данные отображены в графике распределения температур)

$t_{ср}$ - температура на границе слоёв при средней наружной температуре периода с отрицательными температурами

$t_{м.у.}$ - значения температур в плоскости максимального увлажнения

По анализу полученных в таблице данных в конструкции получена **плоскость возможного увлажнения** в слое №4. Исходя из п. 8.5.4 за плоскость максимального увлажнения после нахождения расстояния в теплоизоляционном слое, соответствующей температуре -5,34 принимается плоскость, расположенная на расстоянии 92 мм от внутренней плоскости теплоизоляционного слоя.



Защита от переувлажнения заданной конструкции:

Определяются температуры в плоскости возможного влагонакопления в летний, весенне-осенний, зимний периоды и в период влагонакопления.

Обозначение	Период влагонакопления	средняя $t, ^\circ\text{C}$
t_0	Период влагонакопления со средними отриц. темп. месяцев	-5,34
t_1	Зимний период	-7,48
t_2	Весенне-осенний период	1,43
t_3	Летний период	14,45

Условие отсутствия переувлажнения в конструкции: $R_n > R_{n2}^{TP}$ и $R_n > R_{n1}^{TP}$

R_n	$>$	R_{n2}^{TP}	
4,312	$>$	2,333	Условие выполняется

R_n	$>$	R_{n1}^{TP}	
4,312	$>$	0,296	Условие выполняется

На основании требований СП 50.13330.2014 рассматриваемая конструкция:

- соответствует требованию по тепловой защите
- соответствует санитарно-гигиеническому требованию
- соответствует требованию отсутствия влагонакопления и не требует дополнительных мер по защите от переувлажнения

Конструкция 15: Кладка из блоков поризованной «тёплой» керамики 300 мм, средний слой - утеплитель ППС, наружный слой – облицовочный кирпич.

№ слоя	Материал (из помещения наружу)	толщина слоя, мм
1	Гипсовая штукатурная смесь	15
2	Кладка из блоков поризованной «тёплой» керамики на ЦП-растворе толщиной горизонтального шва 12 мм	300
3	Пенополистирол фасадной марки ППС-16ф	90
4	Кладка из облицовочного полнотелого кирпича (1800 кг/м ³)	120

Определение основных данных конструкции:

В конструкции дополнительно к общим, присутствуют теплопроводные включения в виде гибких связей, которые устанавливаются в основную кладку, проходят через теплоизоляцию и закрепляются в облицовочной кладке. На основании ГОСТ Р 54851-2011 дополнительно принимается коэффициент теплотехнической однородности конструкции 0,9.

Нормируемый коэффициент теплосоппротивления конструкции – 3,89 (м·°C)/Вт

Необходимая толщина пенополистирола в данной конструкции стены – 84 мм. Значение округляется до ближайшей изготавливаемой толщины и принимается 90 мм.

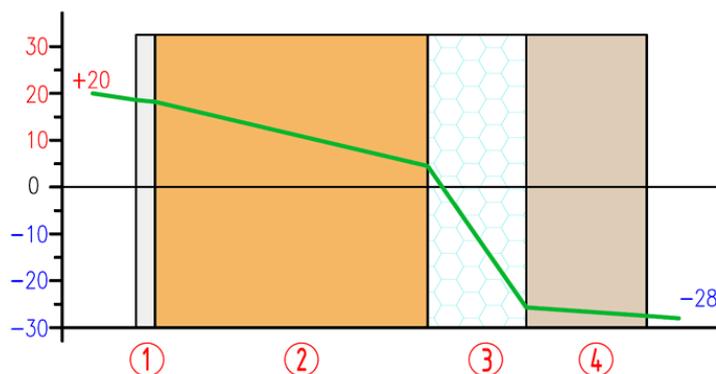
Фактическое теплосоппротивление фрагмента данной конструкции $R = 4,02$ (м·°C)/Вт

Разница между температурой поверхности внутренней плоскости ограждающей конструкции и температурой воздуха внутреннего помещения составляет 1,37 °C

Температура на внутренней поверхности стены: 18,6 °C.

18,6 °C > 12 °C – **условие выполняется**. Выпадения конденсата на поверхности стены нет.

График распределения температур $t_{гр}$ в конструкции при наиболее холодной пятидневке (обеспеченностью 0,92):

**Определение плоскости максимального увлажнения:**

Условия соответствия п. 8.5.5 для ярко выраженного теплоизоляционного слоя:			
Первое условие	$R_{ут} > 2/3R_0^{учл}$	1,91 > 1,276	условие выполняется
Второе условие	$\mu_n < \mu_{ут}$	0,11 < 0,05	условие не выполняется
Третье условие	$\mu_{ут}/\lambda_{ут} > 2$	1,06 > 2	условие не выполняется
<i>Расчёт по данному условию п 8.5.5 не производится</i>			

В результате вычисления значения температур на границе слоёв при средней температуре периода с отрицательными температурами и значения комплекса f_i для каждого слоя многослойной конструкции, характеризующего температуру в плоскости максимального увлажнения получены данные, которые сведены в таблицу:

слой	название материала слоя	$t_{гр}$	$t_{ср}$	$t_{м.у.}$
	Внутреннее помещение	20	20	
1	Гипсовая штукатурная смесь	18,6	19,23	12,84
2	Кладка из блоков поризованной «тёплой» керамики на ЦП-растворе	18,2	18,99	-4,07
		4,5	7,24	
3	Пенополистирол фасадной марки ППС-16ф	-25,7	7,24	-7,94
4	Кладка из облицовочного кирпича без вентилируемого зазора		-5,50	
		-27,5	-6,49	
	Улица	-28	-6,49	
			-6,78	

Где:

$t_{гр}$ - температура на границе слоёв при наиболее холодной пятидневке обеспеченностью 0,92 (данные отображены в графике распределения температур)

$t_{ср}$ - температура на границе слоёв при средней наружной температуре периода с отрицательными температурами

$t_{м.у.}$ - значения температур в плоскости максимального увлажнения

По анализу полученных в таблице данных в конструкции [плоскость возможного увлажнения](#) в данной конструкции отсутствует.

Исходя из п. 8.5.5. за плоскость максимального увлажнения принимается поверхность стеновой конструкции.

Защита от переувлажнения заданной конструкции:

Определяются температуры в плоскости возможного влагонакопления в летний, весенне-осенний, зимний периоды и в период влагонакопления.

Обозначение	Период влагонакопления	средняя $t, ^\circ\text{C}$
t_0	Период влагонакопления со средними отриц. темп. месяцев	-6,49
t_1	Зимний период	-8,72
t_2	Весенне-осенний период	0,59
t_3	Летний период	14,20

Условие отсутствия переувлажнения в конструкции: $R_n > R_{n2}^{TP}$ и $R_n > R_{n1}^{TP}$

R_n	$>$	R_{n2}^{TP}	
5,197	$>$	0,296	Условие выполняется

R_n	$>$	R_{n1}^{TP}	
5,197	$>$	0,019	Условие выполняется

На основании требований СП 50.13330.2014 рассматриваемая конструкция:

- соответствует требованию по тепловой защите
- соответствует санитарно-гигиеническому требованию
- соответствует требованию отсутствия влагонакопления и не требует дополнительных мер по защите от переувлажнения

Конструкция 16: Внутреннее утепление стены из пустотелого кирпича 380 мм, снаружи оштукатуренной обычной ЦП-штукатуркой.

№ слоя	Материал (из помещения наружу)	толщина слоя, мм
1	Клеевая смесь для базового слоя	5
2	Пенополистирол фасадной марки ППС-16ф	160
3	Клеевая смесь для приклейки пенополистирола	15
4	Кладка из керамического пустотного кирпича (плотность 1300 кг/м ³)	380
5	Цементно-песчаная штукатурка	15

Определение основных данных конструкции:

В конструкции дополнительно к общим, присутствуют теплопроводные включения в виде зонтичных дюбелей, которыми закрепляется дополнительно пенополистирол в основание кирпичной кладки. На основании Таблицы 1 ГОСТ 54851-2011 дополнительно принимается коэффициент теплотехнической однородности конструкции 0,85.

Нормируемый коэффициент теплосопrotivления конструкции – 4,12 (м·°C)/Вт

Необходимая толщина пенополистирола в данной конструкции стены – 154 мм. Значение округляется до ближайшей изготавливаемой толщины и принимается 160 мм.

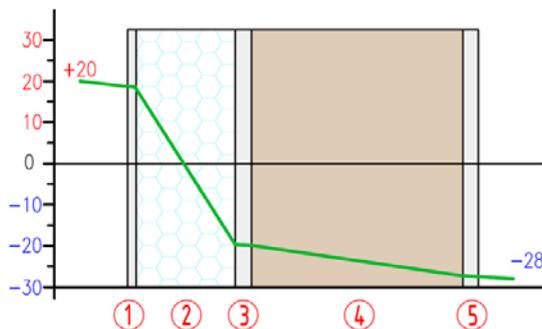
Фактическое теплосопrotivление фрагмента данной конструкции $R = 4,26$ (м·°C)/Вт

Разница между температурой поверхности внутренней плоскости ограждающей конструкции и температурой воздуха внутреннего помещения составляет 1,3 °C

Температура на внутренней поверхности стены: 18,7 °C.

18,7 °C > 12 °C – **условие выполняется**. Выпадения конденсата на поверхности стены нет.

График распределения температур $t_{гр}$ в конструкции при наиболее холодной пятидневке (обеспеченностью 0,92):

**Определение плоскости максимального увлажнения:**

В результате вычисления значения температур на границе слоёв при средней температуре периода с отрицательными температурами и значения комплекса f_1 для каждого слоя многослойной конструкции, характеризующего температуру в плоскости максимального увлажнения получены данные, которые сведены в таблицу:

слой	название материала слоя	$t_{гр}$	$t_{ср}$	$t_{m,y}$
	Внутреннее помещение	20	20	
1	Клеевая смесь для базового слоя	18,7	19,28	25,12
		18,6	19,24	
2	Пенополистирол фасадной марки ППС-16ф		19,24	-8,75
		-19,7	-2,17	
3	Клеевая смесь для приклейки пенополистирола		-2,17	25,12
		-19,9	-2,28	
4	Кладка из керамического пустотного кирпича (плотность 1300 кг/м ³)		-2,28	11,61
		-27,3	-6,40	
5	Цементно-песчаная штукатурка		-6,40	25,12
		-27,5	-6,51	
	Улица		-6,51	
		-28	-6,78	

Где:

$t_{гп}$ - температура на границе слоёв при наиболее холодной пятидневке обеспеченностью 0,92 (данные отображены в графике распределения температур)
 $t_{ср}$ - температура на границе слоёв при средней наружной температуре периода с отрицательными температурами
 $t_{м.у.}$ - значения температур в плоскости максимального увлажнения

По анализу полученных в таблице данных в конструкции **плоскость возможного увлажнения** в данной конструкции находится между слоями №1 и №2.

Исходя из п. 8.5.5. за плоскость максимального увлажнения принимается плоскость, расположенная на наружной поверхности слоя №1.

Защита от переувлажнения заданной конструкции:

Определяются температуры в плоскости возможного влагонакопления в летний, весенне-осенний, зимний периоды и в период влагонакопления.

Обозначение	Период влагонакопления	средняя $t, ^\circ\text{C}$
t_0	Период влагонакопления со средними отриц. темп. месяцев	19,24
t_1	Зимний период	19,18
t_2	Весенне-осенний период	19,44
t_3	Летний период	19,83

Условие отсутствия переувлажнения в конструкции: $R_n > R_{n2}^{гп}$ и $R_n > R_{n1}^{гп}$

R_n	$>$	$R_{n2}^{гп}$	
0,078	$>$	-0,001	Условие выполняется

R_n	$>$	$R_{n1}^{гп}$	
3,278	$>$	-3,741	Условие выполняется

На основании требований СП 50.13330.2014 рассматриваемая конструкция:

- соответствует требованию по тепловой защите
- соответствует санитарно-гигиеническому требованию
- соответствует требованию отсутствия влагонакопления и не требует дополнительных мер по защите от переувлажнения

Конструкция 17: Внутреннее утепление стены из железобетона 200 мм, облицованного экранной отделкой с вентилируемым слоем.

№ слоя	Материал (из помещения наружу)	толщина слоя, мм	
1	Клеевая смесь для базового слоя	5	
2	Пенополистирол фасадной марки ППС-16ф	180	
3	Клеевая смесь для приклейки пенополистирола	15	
4	Железобетон (плотность 2500 кг/м³)	200	

Определение основных данных конструкции:

В конструкции дополнительно к общим, присутствуют теплопроводные включения в виде зонтичных дюбелей, которыми закрепляется дополнительно пенополистирол в основание железобетона. На основании Таблицы 1 ГОСТ Р 54851-2011 дополнительно принимается коэффициент теплотехнической однородности конструкции 0,85. В данном случае для расчёта принимается коэффициент теплоотдачи наружной поверхности 10,8 Вт/кв.м в вентилируемом слое.

Нормируемый коэффициент теплосопротивления конструкции – 4,12 (м·°C)/Вт

Необходимая толщина пенополистирола в данной конструкции стены – 180 мм.

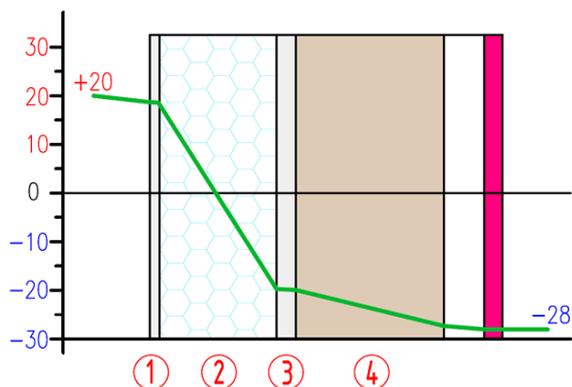
Фактическое теплосопротивление фрагмента данной конструкции $R = 4,12$ (м·°C)/Вт

Разница между температурой поверхности внутренней плоскости ограждающей конструкции и температурой воздуха внутреннего помещения составляет 1,34 °C

Температура на внутренней поверхности стены: 18,7 °C.

18,7 °C > 12 °C – **условие выполняется**. Выпадения конденсата на поверхности стены нет.

График распределения температур $t_{гр}$ в конструкции при наиболее холодной пятидневке (обеспеченностью 0,92):



Определение плоскости максимального увлажнения:

В результате вычисления значения температур на границе слоёв при средней температуре периода с отрицательными температурами и значения комплекса f_i для каждого слоя многослойной конструкции, характеризующего температуру в плоскости максимального увлажнения получены данные, которые сведены в таблицу:

слой	название материала слоя	$t_{гр}$	$t_{ср}$	$t_{м.у.}$
	Внутреннее помещение	20	20	
1	Клеевая смесь для базового слоя	18,7	19,25	15,55
		18,6	19,21	
2	Пенополистирол фасадной марки ППС-16ф	-19,7	19,21	-18,31
			-5,75	
3	Клеевая смесь для приклейки пенополистирола	-19,9	-5,75	15,55
			-5,86	
4	Железобетон (плотность 2500 кг/м ³)	-27,3	-5,86	46,32
			-6,50	
	Улица	-28	-6,50	
			-6,78	

Где:

$t_{гр}$ - температура на границе слоёв при наиболее холодной пятидневке обеспеченностью 0,92 (данные отображены в графике распределения температур)

$t_{ср}$ - температура на границе слоёв при средней наружной температуре периода с отрицательными температурами

$t_{м.у.}$ - значения температур в плоскости максимального увлажнения

По анализу полученных в таблице данных в конструкции **плоскость возможного увлажнения** в данной конструкции отсутствует.

Исходя из п. 8.5.5. за плоскость максимального увлажнения принимается плоскость, расположенная на наружной поверхности конструкции.

Защита от переувлажнения заданной конструкции:

Определяются температуры в плоскости возможного влагонакопления в летний, весенне-осенний, зимний периоды и в период влагонакопления.

Обозначение	Период влагонакопления	средняя t , °C
t_0	Период влагонакопления со средними отриц. темп. месяцев	-6,5
t_1	Зимний период	-8,73
t_2	Весенне-осенний период	0,58
t_3	Летний период	14,20

Условие отсутствия переувлажнения в конструкции: $R_n > R_{n2}^{TP}$ и $R_n > R_{n1}^{TP}$

R_n	>	R_{n2}^{TP}	Условие выполняется
10,497	>	0,001	

R_n	>	R_{n1}^{TP}	Условие выполняется
10,497	>	0,138	

На основании требований СП 50.13330.2014 рассматриваемая конструкция:

- соответствует требованию по тепловой защите
- соответствует санитарно-гигиеническому требованию
- соответствует требованию отсутствия влагонакопления и не требует дополнительных мер по защите от переувлажнения

Конструкция 18: Теплоизоляция каркасной стены из дерева шагом бруса 600 мм с навесным фасадом.

Описание конструкции: Стена выполнена без внутренней пароизоляции из деревянного каркаса, толщина доски 50 мм, шаг по осям каркасных стоек – 650 мм. Между стойками закреплён пенополистирол. Изнутри установлены на металлическом каркасе 50 мм гипсокартонные листы, снаружи выполнен навесной фасад с вентилируемым зазором из экранной отделки (типа «сайдинг», фиброцементные плиты, имитация бруса, блокхауз и т.п.).

№ слоя	Материал (из помещения наружу)	толщина слоя, мм	
1	Гипсокартонные листы	12	
2	Металлический каркас с воздушным зазором	50	
3	Стеновая конструкция: деревянный каркас шагом 600 мм с теплоизоляцией из пенополистирола	200	
4	Экранная отделка («сайдинг», ФЦП, блокхауз и т.п.)		

Определение основных данных конструкции:

В конструкции дополнительно к общим, присутствуют теплопроводные включения в виде крепления конструкций гипсокартонного каркаса и навесного фасада к доске, из которой смонтирован каркас здания, поэтому дополнительно принимается коэффициент теплотехнической однородности конструкции 0,95.

В данном случае для расчёта принимается коэффициент теплоотдачи наружной поверхности 10,8 Вт/кв.м в вентилируемом слое.

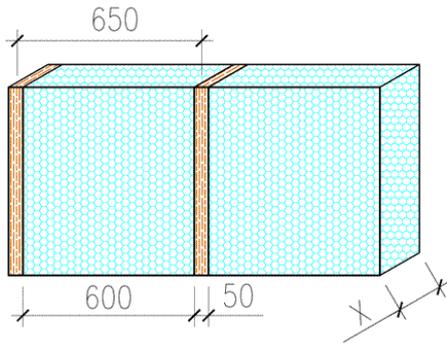
Экранная отделка в теплотехническом расчёте не учитывается.

Нормируемый коэффициент теплосопrotivления конструкции – 3,32 (м·°C)/Вт

Расчёт необходимой толщины теплоизолированного деревянного каркаса:

Общее теплосопrotivление конструкции без теплоизолированного слоя составляет $R_{к} = 0,41$ (м²·ч·Па)/мг
Необходимо с помощью теплоизолированного каркаса получить не менее $R_{к} = 2,9$ (м²·ч·Па)/мг

Для этого производится расчёт фрагмента конструкции с теплопроводными включениями:



Формула для расчёта коэффициента неоднородности данной неоднородной конструкции

$$R^r = \frac{\sum_{i=1}^m A_i}{\sum_{i=1}^m R_i}$$

Расчёт конструкции при применении толщины каркаса 150 мм:

$$R_{\text{дерево}(0,15\text{м})} = \delta_{0,15} / \lambda_{\text{дерево}} = 0,15 / 0,18 = 0,8333$$

$$R_{\text{пенопол}(0,15\text{м})} = \delta_{0,15} / \lambda_{\text{пенопол}} = 0,15 / 0,047 = 3,1915$$

$$\text{Площадь пенополистирола в элементе} - A_{\text{пенопол}} = 1,2 \text{ м}^2$$

$$\text{Площадь доски в элементе} - A_{\text{дерево}} = 0,1 \text{ м}^2$$

$R^r =$	$\frac{1,2 + 0,1}{1,2/3,1915 + 0,1/0,833}$	$= 2,6$

При толщине утепленной конструкции 0,15 м $R_k=2,6 < R_k=2,9$, а значит, толщины каркаса 150 мм будет мало для получения нормируемых требований.

Расчёт конструкции при применении толщины каркаса 200 мм:

$$R_{\text{дерево}(0,2\text{м})} = \delta_{0,20} / \lambda_{\text{дерево}} = 0,2 / 0,18 = 1,1111$$

$$R_{\text{пенопол}(0,2\text{м})} = \delta_{0,20} / \lambda_{\text{пенопол}} = 0,2 / 0,047 = 4,2553$$

$$\text{Площадь пенополистирола в элементе} - A_{\text{пенопол}} = 1,2 \text{ м}^2$$

$$\text{Площадь доски в элементе} - A_{\text{дерево}} = 0,1 \text{ м}^2$$

$R^r =$	$\frac{1,2 + 0,1}{1,2/4,2553 + 0,1/1,111}$	$= 3,49$

При толщине утепленной конструкции 0,15 м $R_k=3,49 > R_k=2,9$, а значит, толщина каркаса 200 мм соответствует нормируемым требованиям.

Установленная толщина пенополистирола в данной конструкции стены в зависимости от стандартных размером доски для изготовления каркаса здания – 150 мм.

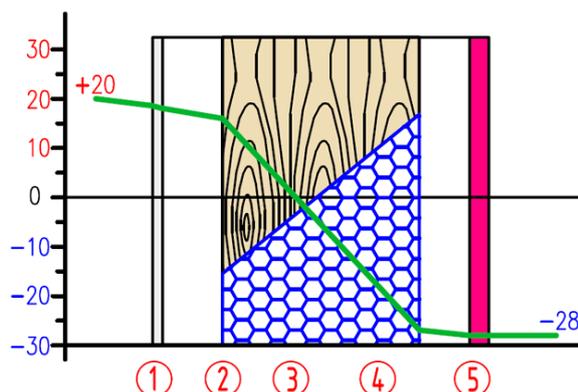
Фактическое теплосопротивление фрагмента данной конструкции $R = 3,9 \text{ (м} \cdot \text{°C)/Вт}$

Разница между температурой поверхности внутренней плоскости ограждающей конструкции и температурой воздуха внутреннего помещения составляет 1,48 °C

Температура на внутренней поверхности стены: 18,5 °C.

18,5 °C > 12 °C – **условие выполняется**. Выпадения конденсата на поверхности стены нет.

График распределения температур $t_{\text{гр}}$ в конструкции при наиболее холодной пятидневке (обеспеченностью 0,92):



Определение плоскости максимального увлажнения:

В результате вычисления значения температур на границе слоёв при средней температуре периода с отрицательными температурами и значения комплекса f_i для каждого слоя многослойной конструкции, характеризующего температуру в плоскости максимального увлажнения получены данные, которые сведены в таблицу:

слой	название материала слоя	$t_{гр}$	$t_{ср}$	$t_{m.y.}$
	Внутреннее помещение	20	20	
1	Гипсокартонные листы	18,6	19,21	17,65
2	Воздушная замкнутая прослойка	18,1	18,96	-30,64
			18,96	
3	Стеновая конструкция: деревянный каркас шагом 600 мм с теплоизоляцией из пенополистирола	16,0	17,79	-2,73
			17,79	
4	Вентилируемый зазор	-26,9	-6,14	31,10
			-6,14	
			-6,78	
	Улица	-28,0	-6,78	
			-6,78	
		-28	-6,78	

Где:

$t_{гр}$ - температура на границе слоёв при наиболее холодной пятидневке обеспеченностью 0,92 (данные отображены в графике распределения температур)

$t_{ср}$ - температура на границе слоёв при средней наружной температуре периода с отрицательными температурами

$t_{m.y.}$ - значения температур в плоскости максимального увлажнения

По анализу полученных в таблице данных в конструкции [плоскость возможного увлажнения](#) в данной конструкции отсутствует.

Исходя из п. 8.5.5. за плоскость максимального увлажнения принимается плоскость, расположенная на наружной поверхности конструкции.

Защита от переувлажнения заданной конструкции:

Определяются температуры в плоскости возможного влагонакопления в летний, весенне-осенний, зимний периоды и в период влагонакопления.

Обозначение	Период влагонакопления	средняя $t, ^\circ\text{C}$
t_0	Период влагонакопления со средними отриц. темп. месяцев	-6,14
t_1	Зимний период	-8,34
t_2	Весенне-осенний период	0,84
t_3	Летний период	14,28

Условие отсутствия переувлажнения в конструкции: $R_n > R_{n2}^{TP}$ и $R_n > R_{n1}^{TP}$

R_n	>	R_{n2}^{TP}	
3,661	>	0,268	Условие выполняется

R_n	>	R_{n1}^{TP}	
3,661	>	0,018	Условие выполняется

На основании требований СП 50.13330.2014 рассматриваемая конструкция:

- соответствует требованию по тепловой защите
- соответствует санитарно-гигиеническому требованию
- соответствует требованию отсутствия влагонакопления и не требует дополнительных мер по защите от переувлажнения

II. Варианты изменения конструкции для избежания влагонакопления.

Конструкция №10

Расчитанная конструкция: Кладка из газобетонных блоков D500 300 мм и система СФТК на пенополистироле.

Проблема: Имеется влагонакопление в конструкции.

Изменяется на: Кладка из газобетонных блоков D500 350 мм и система СФТК на пенополистироле.

№ слоя	Материал (из помещения наружу)	толщина слоя, мм
1	Гипсовая штукатурная смесь	15
2	Кладка из газобетонных блоков марки D500	350
3	Клеевая смесь для приклейки пенополистирола	15
4	Пенополистирол фасадной марки ППС-16ф	110
5	Клеевая смесь для базового слоя + декоративный слой	8

Определение основных данных конструкции:

Нормируемый коэффициент теплосопrotivления конструкции – 4,12 (м·°C)/Вт

Необходимая толщина пенополистирола в данной конструкции стены – 10,1 мм. Значение округляется до ближайшей изготавливаемой толщины и принимается 110 мм.

Фактическое теплосопrotivление фрагмента данной конструкции R = 4,31 (м·°C)/Вт

Определение плоскости максимального увлажнения:

В результате вычисления значения температур на границе слоёв при средней температуре периода с отрицательными температурами и значения комплекса f_1 для каждого слоя многослойной конструкции, характеризующего температуру в плоскости максимального увлажнения получены данные, которые сведены в таблицу:

слой	название материала слоя	$t_{гр}$	$t_{ср}$	$t_{м.у.}$
	Внутреннее помещение	20	20	
1	Гипсовая штукатурная смесь	18,7	19,29	17
			19,06	
2	Кладка из газобетона марки D500	18,3	19,06	-3,27
			8,19	
3	Клеевая смесь для приклейки пенополистирола	-1,2	8,19	29,65
			8,08	
4	Пенополистирол фасадной марки ППС-16ф	-1,4	8,08	-4,21
			-6,45	
5	Клеевая смесь для базового слоя + декоративный слой	-27,4	-6,45	29,65
			-6,51	
	Улица	-27,5	-6,51	
		-28	-6,78	

Где:

$t_{гр}$ - температура на границе слоёв при наиболее холодной пятидневке обеспеченностью 0,92 (данные отображены в графике распределения температур)

$t_{ср}$ - температура на границе слоёв при средней наружной температуре периода с отрицательными температурами

$t_{м.у.}$ - значения температур в плоскости максимального увлажнения

По анализу полученных в таблице данных в конструкции получены две плоскости возможного увлажнения.

1-я плоскость – между слоёв №2 и №3 и вторая плоскость внутри слоя №4.
Исходя из п. 8.5.4. и 8.5.5. для расчёта назначается плоскость максимальной возможной конденсации в слое №4.
За плоскость максимального увлажнения после нахождения расстояния в теплоизоляционном слое, соответствующей температуре -4,21 принимается плоскость, расположенная на расстоянии 93 мм от внутренней плоскости теплоизоляционного слоя.

Защита от переувлажнения заданной конструкции:

Определяются температуры в плоскости возможного влагонакопления в летний, весенне-осенний, зимний периоды и в период влагонакопления.

Обозначение	Период влагонакопления	средняя t, °С
t ₀	Период влагонакопления со средними отриц. темп. месяцев	-4,21
t ₁	Зимний период	-6,25
t ₂	Весенне-осенний период	1,74
t ₃	Летний период	14,7

Условие отсутствия переувлажнения в конструкции: $R_n > R_{n2}^{TP}$ и $R_n > R_{n1}^{TP}$

$R_n > R_{n2}^{TP}$	
3,926 > 2,315	Условие выполняется

$R_n > R_{n1}^{TP}$	
3,926 > 0,419	Условие выполняется

На основании требований СП 50.13330.2014 рассматриваемая конструкция:

- соответствует требованию по тепловой защите
- соответствует санитарно-гигиеническому требованию
- соответствует требованию отсутствия влагонакопления, поэтому не требует дополнительных мер по защите от переувлажнения

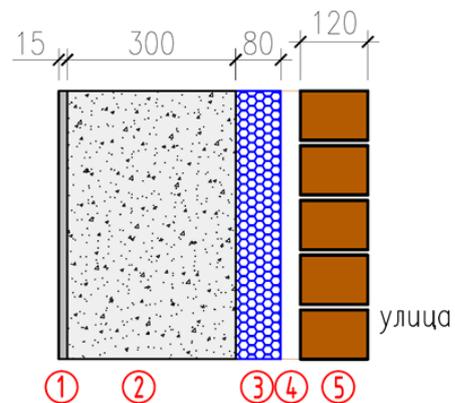
Конструкция 12:

Расчитанная конструкция: Кладка из газобетонных блоков D400 300 мм, средний слой - утеплитель ППС, наружный слой – облицовочный кирпич без вентзазора.

Проблема: Имеется влагонакопление в конструкции.

Изменяется на: Кладка из газобетонных блоков D400 300 мм и выполняется вентилируемый слой между теплоизоляцией и облицовочной кладкой.

№ слоя	Материал (из помещения наружу)	толщина слоя, мм
1	Гипсовая штукатурная смесь	15
2	Кладка из газобетонных блоков марки D400	300
3	Пенополистирол фасадной марки ППС-16ф	80
4	Вентилируемая воздушная прослойка	
5	Кладка из облицовочного полнотелого кирпича (1800 кг/м ³)	120



Определение основных данных конструкции:

Нормируемый коэффициент теплопроводности конструкции – 3,89 (м·°С)/Вт

Необходимая толщина пенополистирола в данной конструкции стены – 79 мм. Значение округляется до ближайшей изготавливаемой толщины и принимается 80 мм.

Фактическое теплосоппротивление фрагмента данной конструкции $R = 3,90 \text{ (м} \cdot \text{°C)/Вт}$

В результате вычисления значения температур на границе слоёв при средней температуре периода с отрицательными температурами и значения комплекса f_1 для каждого слоя многослойной конструкции, характеризующего температуру в плоскости максимального увлажнения получены данные, которые сведены в таблицу:

слой	название материала слоя	$t_{гр}$	$t_{ср}$	$t_{м.у.}$
	Внутреннее помещение	20	20	
1	Гипсовая штукатурная смесь	18,6	19,24	19,90
		18,1	19,00	
2	Кладка из газобетона марки D400		19,00	-16,39
		-6,5	5,76	
3	Пенополистирол фасадной марки ППС-16ф		5,76	-0,87
		-27,5	-5,51	
4	Вентилируемая воздушная прослойка		-5,51	26,54
		-28	-6,78	
	Улица		-6,78	
		-28	-6,78	

Где:

$t_{гр}$ - температура на границе слоёв при наиболее холодной пятидневке обеспеченностью 0,92 (данные отображены в графике распределения температур)

$t_{ср}$ - температура на границе слоёв при средней наружной температуре периода с отрицательными температурами

$t_{м.у.}$ - значения температур в плоскости максимального увлажнения

По анализу полученных в таблице данных в конструкции получена **плоскость возможного увлажнения** в слое №3. Исходя из п. 8.5.4. за плоскость максимального увлажнения после нахождения расстояния в теплоизоляционном слое, соответствующей температуре -0,87 принимается плоскость, расположенная на расстоянии 42 мм от внутренней плоскости теплоизоляционного слоя.

Защита от переувлажнения заданной конструкции:

Определяются температуры в плоскости возможного влагонакопления в летний, весенне-осенний, зимний периоды и в период влагонакопления.

Обозначение	Период влагонакопления	средняя $t, \text{°C}$
t_0	Период влагонакопления со средними отриц. темп. месяцев	-0,87
t_1	Зимний период	-2,63
t_2	Весенне-осенний период	2,04
t_3	Летний период	15,43

Условие отсутствия переувлажнения в конструкции: $R_n > R_{n2}^{TP}$ и $R_n > R_{n1}^{TP}$

R_n	>	R_{n2}^{TP}	Условие выполняется
2,307	>	1,984	

R_n	>	R_{n1}^{TP}	Условие выполняется
2,307	>	0,482	

На основании требований СП 50.13330.2014 рассматриваемая конструкция:

- соответствует требованию по тепловой защите
- соответствует санитарно-гигиеническому требованию
- соответствует требованию отсутствия влагонакопления, поэтому не требует дополнительных мер по защите от переувлажнения

Конструкция 16: Внутреннее утепление стены из пустотелого кирпича 380 мм, снаружи оштукатуренной обычной ЦП-штукатуркой.**Проблема:** Очень близкий порог влагонакопление в конструкции.**Изменяется на:** На внутреннюю плоскость стеновой конструкции добавляется пароизоляционная плёнка.

№ слоя	Материал (из помещения наружу)	толщина слоя, мм
1	Полиэтиленовая плёнка	0,16
2	Клеевая смесь для базового слоя	5
3	Пенополистирол фасадной марки ППС-16ф	160
4	Клеевая смесь для приклейки пенополистирола	15
5	Кладка из керамического пустотного кирпича (плотность 1300 кг/м³)	380
6	Цементно-песчаная штукатурка	15

Определение основных данных конструкции:

Нормируемый коэффициент теплосоппротивления конструкции – 4,12 (м·°C)/Вт

Необходимая толщина пенополистирола в данной конструкции стены – 154 мм. Значение округляется до ближайшей изготавливаемой толщины и принимается 160 мм.

Фактическое теплосоппротивление фрагмента данной конструкции R = 4,26 (м·°C)/Вт

Определение плоскости максимального увлажнения:В результате вычисления значения температур на границе слоёв при средней температуре периода с отрицательными температурами и значения комплекса f_i для каждого слоя многослойной конструкции, характеризующего температуру в плоскости максимального увлажнения получены данные, которые сведены в таблицу:

слой	название материала слоя	$t_{гp}$	t_{cp}	$t_{m.y.}$
	Внутреннее помещение	20	20	
1	Полиэтиленовая плёнка 0,16 мм	20	19,28	
		18,7	19,28	
2	Клеевая смесь для базового слоя		19,28	12,86
		18,6	19,24	
3	Пенополистирол фасадной марки ППС-16ф		19,24	-21
		-19,7	-2,17	
4	Клеевая смесь для приклейки пенополистирола		-2,17	12,86
		-19,9	-2,28	
5	Кладка из керамического пустотного кирпича (плотность 1300 кг/м³)		-2,28	-0,65
		-27,3	-6,40	
6	Цементно-песчаная штукатурка		-6,40	12,86
		-27,5	-6,51	
	Улица	-28	-6,78	

Где: $t_{гp}$ - температура на границе слоёв при наиболее холодной пятидневке обеспеченностью 0,92 (данные отображены в графике распределения температур) t_{cp} - температура на границе слоёв при средней наружной температуре периода с отрицательными температурами $t_{m.y.}$ - значения температур в плоскости максимального увлажненияПо анализу полученных в таблице данных в конструкции **плоскость возможного увлажнения** в данной конструкции находится между слоями №4 и №5.

Исходя из п. 8.5.5. за плоскость максимального увлажнения принимается плоскость, расположенная на наружной поверхности слоя №4.

Защита от переувлажнения заданной конструкции:

Определяются температуры в плоскости возможного влагонакопления в летний, весенне-осенний, зимний периоды и в период влагонакопления.

Обозначение	Период влагонакопления	средняя t °С
t ₀	Период влагонакопления со средними отриц. темп. месяцев	-2,28
t ₁	Зимний период	-4,15
t ₂	Весенне-осенний период	3,67
t ₃	Летний период	15,13

Условие отсутствия переувлажнения в конструкции: $R_n > R_{n2}^{TP}$ и $R_n > R_{n1}^{TP}$

R_n	>	R_{n2}^{TP}	
10,731	>	0,001	Условие выполняется

R_n	>	R_{n1}^{TP}	
10,731	>	1,337	Условие выполняется

На основании требований СП 50.13330.2014 рассматриваемая конструкция:

- соответствует требованию по тепловой защите
- соответствует санитарно-гигиеническому требованию
- соответствует требованию отсутствия влагонакопления и не требует дополнительных мер по защите от переувлажнения