

НЕЗАВИСИМОЕ ЭКСПЕРТНОЕ ПАРТНЕРСТВО

ОГРН: 1147746918252 ИНН: 7718993485 КПП: 770501001

115054, г. Москва, 5-й Монетчиковский пер., д.5, стр.2

Тел.: +7 495 744 63 13; Моб. тел.: +7 926 343 10 20

E-MAIL: INFO@NEP.EXPERT; WEB: WWW.NEP.EXPERT



УТВЕРЖДАЮ

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ДИРЕКТОР

ООО «НЭП»

Корчагин Н.А.

« 07 » ФЕВРАЛЯ 2023г.

Арх. №2023-595/ДСТЭ

ПО ДОГОВОРУ №595-11-22 ОТ «25» НОЯБРЯ 2022 г.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКОГО РАСЧЕТА С ОЦЕНКОЙ ВОЗМОЖНОСТИ
КОНДЕНСАЦИИ ВЛАГИ В КОНСТРУКЦИИ КРОВЛИ ОБЪЕКТА «ЖИЛАЯ ЗАСТРОЙКА
С ОБЪЕКТАМИ СОЦИАЛЬНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ, 1 ЭТАП СТРОИТЕЛЬСТВА»

ЭКСПЕРТ, ИНЖЕНЕР-СТРОИТЕЛЬ

(ПОДПИСЬ ЭКСПЕРТА)

/ ШЕБУНЯЕВ А.Н. /

(Ф.И.О. ЭКСПЕРТА)

ЭКСПЕРТ, ИНЖЕНЕР-СТРОИТЕЛЬ

(ПОДПИСЬ ЭКСПЕРТА)

/ КОЗЛОВ Н.О. /

(Ф.И.О. ЭКСПЕРТА)

г. Москва, 2023 г.

СОДЕРЖАНИЕ

СОДЕРЖАНИЕ	2
1 ВВОДНАЯ ЧАСТЬ.....	3
1.1 Основание для проведения работ	3
1.2 Сведения об экспертном учреждении.....	3
1.3 Сведения об экспертах.....	4
1.4 Цель проведения исследования	6
1.5 Документы, представленные для проведение теплотехнического расчета....	6
1.6 Использованная нормативная литература.....	7
1.7 Термины и определения.....	7
2 ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ЧАСТЬ	10
2.1 Исходные данные для проведения расчета	10
2.2 Защита от переувлажнения ограждающих конструкций.....	11
2.3 Расчет защиты ограждающей конструкции от переувлажнения.	13
2.4 Результаты расчетов.....	17
2.4.1 Определение возможности конденсации влаги в конструкции кровли в зимний период	19
2.4.2 Определение возможности конденсации влаги в конструкции кровли в летний период.	20
2.4.3 Определение возможности конденсации влаги в конструкции кровли при влажности 70 °% в помещениях.	21
3 ВЫВОДЫ	22
4 ПРИЛОЖЕНИЯ	23
4.1 Копия технического задания	23
4.2 Копии квалификационных документов учреждения	24
4.3 Копии квалификационных документов экспертов	33

2 ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Исходные данные для проведения расчета

Значения исходных данных для расчета возможности конденсации ведены в табл.1.

Табл.1. Исходные данные

№ п/п	Параметр	Значение
1.	Регион строительства	РФ, г. Москва
2.	Тип здания	Жилые, гостиницы и общежития, лечебно-профилактические, детские учреждения, школы
3.	Тип ограждающей конструкции	Покрытие
4.	Температура внутреннего воздуха	20°C
5.	Влажность воздуха внутри помещения	55%
7.	Влажность воздуха внутри помещения в период производства отделочных работ внутри зданий	70%
8.	Среднегодовое значение парциального давления наружного воздуха	820 Па
9.	Температура окружающего воздуха в зимнее время года	-25°C
10.	Температура окружающего воздуха в летнее время года	25°C
11.	Влажность окружающего воздуха в зимнее время года	83%
12.	Влажность окружающего воздуха в летнее время года	72%

Для проведения теплотехнического расчета, Заказчиком было представлено сечение по кровле (см. рис.1). В результате теплотехнического расчета рассмотрены следующие варианты теплотехнического расчета:

1. Определение возможности конденсации влаги в конструкции кровли в зимний период;
2. Определение возможности конденсации влаги в конструкции кровли в летний период;
3. Определение возможности конденсации влаги в конструкции кровли в период производства отделочных работ внутри зданий, с повышенной влажностью (70%) в помещениях;

Сечение по кровле представлено ниже на рис.1.

Сечение по кровле (зимний период) ТИП 8

1. Гидроизоляция 2-ой слой (масса 1 м.кв. $\geq 4,5$ кг, теплостойкость ≥ 90 °C)	- 4 мм
2. Гидроизоляция 1-ый слой (масса 1 м.кв. ≥ 4 кг, теплостойкость ≥ 90 °C)	- 4 мм
3. Битумный праймер	
4. Сборная стяжка из двух слоев ЦСП 2х12 мм	- 24 мм
5. Минераловатный утеплитель ($\rho=155-185$ кг/м ³ , $\lambda=0,043$ Вт/м°C)	- 40 мм
6. Минераловатный утеплитель ($\rho=90-110$ кг/м ³ , $\lambda=0,041$ Вт/м°C)	- 150 мм
7. Керамзитовый гравий фр. 10-20 мм, П25, М250 с картами из ЭППС 1,5х1,5 м- 30 мм ...	
8. Пароизоляция (масса 1 м.кв. $\geq 2,7$ кг, теплостойкость ≥ 80 °C)	
9. Подготовка основания плиты покрытия	

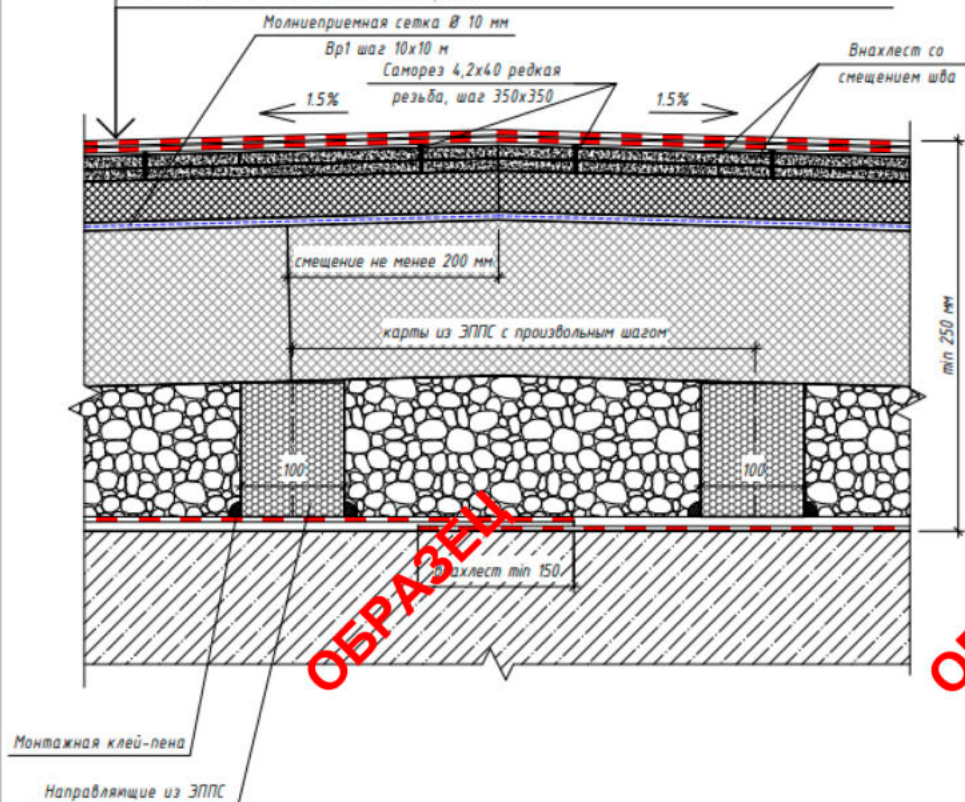


Рис.1. Сечение по кровле

2.2 Защита от переувлажнения ограждающих конструкций

Процессам конденсации водяного пара в ограждающих конструкциях для отдельно выбранного периода года в существующих нормах уделяют недостаточное внимание, а включенный в действующие нормы раздел «Защита от переувлажнения ограждающих конструкций» СП 50.13.330.2012 [1] не дает рекомендаций по конструированию наружных конструкций с целью снижения накопления влаги или исключения ее конденсации внутри конструкции для определенного периода года.

В разделе 8 СП 50.13.330.2012 описан метод обеспечения защиты от переувлажнения ограждающих конструкций, по механизму паропроницаемости, путем проектирования сопротивления паропрооницанию внутренних слоев ограждения R_n не ниже требуемого R_n^{TP} по формуле (1).

$$R_n > R_n^{TP} \quad (1).$$

Под «внутренними слоями» понимается слой ограждения от внутренней поверхности до плоскости конденсации или плоскости максимального увлажнения.

Требуемое сопротивление паропрооницанию «внутреннего слоя» R_{ni}^{TP} должно быть не меньше наибольшего значения из следующих требуемых сопротивлений паропрооницанию определенных из следующих условий:

а) требуемое сопротивление паропрооницанию R_{n1}^{TP} , $(м^2 \cdot ч \cdot Па)/мг$ (из условий недопустимости накопления влаги в ограждающей конструкции за годовой период эксплуатации, то – есть влага, накопившаяся в ограждении в зимний период, должна полностью высохнуть в летний период) по формуле (2).

$$R_{n1}^{TP} = \frac{(e_B - E) \cdot R_{п,н}}{E - e_H} \quad (2).$$

б) требуемое сопротивление паропрооницанию R_{n2}^{TP} , (из условий ограничения накопления влаги в ограждающей конструкции за период с отрицательными средними месячными температурами наружного воздуха, то – есть количество накопленной влаги не должно превышать количества, предусмотренного нормами к концу периода влагонакопления) по формуле (3).

$$R_{n2}^{TP} = \frac{0,0024 \cdot z_0 \cdot (e_B - E_0)}{p_w \cdot \delta_w \cdot z_w + \eta} \quad (3).$$

В этих формулах парциальное давление водяного пара E , Па, в плоскости возможной конденсации за годовой период эксплуатации, определяемое по формуле (4).

$$E = \left(\frac{E_1 \cdot z_1 + E_2 \cdot z_2 + E_3 \cdot z_3}{12} \right) \quad (4).$$

В этой формуле E_1 , E_2 , E_3 – парциальные давления пара, Па, принимаемые по СП 50.13330.2012 [1] в плоскости возможной конденсации по средней температуре наружного воздуха соответственно зимнего, весенне-осеннего и летнего периодов;

z_1 , z_2 , z_3 – продолжительность, сут, этих периодов, принимаемая по СП 131.13330 [4] с учётом того, что к зимнему, весенне-осеннему, летнему периодам относятся месяцы со средними температурами наружного воздуха соответственно ниже -5 , от -5 до $+5$, выше $+5$ °C;

Про допустимость расчета парциального давления водяного пара E для конкретного периода времени, без учета остальных значений, в СП 50.13330.2012 [1] информация отсутствует. Вносить изменения в формулу было бы не корректно, так как она используется для расчета для длительного периода эксплуатации.

Исходя из того, что методика для расчета отдельного времени года в существующих нормах отсутствует проведем расчет ограждающей конструкции покрытия жилого здания в соответствии действующим нормам.

2.3 Расчет защиты ограждающей конструкции от переувлажнения.

Проверка защиты от переувлажнения ограждающей конструкции проводится в соответствии с разделом 8 СП 50.13330.2012 [1].

Рассчитать сопротивление паропрооницанию наружной многослойной конструкции покрытия в г. Москва и проверить соответствие сопротивления требованиям СП 50.13330.2012.

Исходные данные

Расчетная температура и относительная влажность внутреннего воздуха для жилых помещений: $t_e = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ (согласно ГОСТ 30494), $\phi_v = 55\%$ (согласно СП 50.13330.2012).

Влажностный режим жилых помещений – нормальный; зона влажности для г. Москва – нормальная, условия эксплуатации ограждающих конструкций определяют по параметру Б согласно СП 50.13330.2012.

Наружная многослойная конструкция покрытия жилого дома состоит из слоев, представленных в Табл.2.

Табл.2. Теплотехнические характеристики материалов конструкции покрытия

Материал	Плотность γ , кг/м ³	Толщина δ , м	Сопр. Паропрониц. R_{pi} , (м ² ×ч×Па)/мг	Паропрониц. μ , мг/(м×ч×Па)	Коэф. теплопроводности λ
Сборная ж/б плита перекрытия	2500	0,14	0,47	0,03	2,04
Пароизоляция Биполь ХПП	1150	0,001	7,3	0	-
Керамзитовый гравий фр. 10-20 мм. П25, М250	250	0,03	0,115	0,26	0,12
Минераловатный утеплитель Технориф Н Экстра	125	0,15	0,5	0,3	0,041
Минераловатный утеплитель Технориф В Экстра	180	0,04	0,13	0,3	0,043
Сборная стяжка из двух слоев ЦСП	1250	0,024	0,8	0,03	0,26
Битумный праймер Технониколь №1	1400	0,001	1	0,008	0,27
Гидроизоляция 1-й слой Унифлекс Вент ЭПВ	1150	0,004	1,5	0,00036	0,17
Гидроизоляция 2-ой слой Унифлекс ЭКП	1150	0,004	1,5	0,00036	0,17

Порядок расчета

Находится плоскость максимального увлажнения. Для этого необходимо вычислить значения комплекса $f_i(t_{m,y})$ для слоя утеплителя по формуле (8.7) СП 50.13330.2012. Формула приведена ниже (5).

$$f_i(t_{m,y}) = 5330 \cdot \frac{R_{0,n}(t_b - t_{h,отр})}{R_0^{учл}(e_b - e_{h,отр})} \cdot \frac{\mu_i}{\lambda_i} = f_0 \cdot \frac{\mu_i}{\lambda_i} \quad (5).$$

Общее сопротивление паропрооницанию ограждающей конструкции ($R_{0,n}$) определяется по формуле (8.9*) СП 50.13330.2012. Составим график и определим точку зависимости температуры, парциальной упругости водяного пара и температуры влажконденсации и найдем по нему плоскость максимального увлажнения (6).

$$(R_{0,n}) = 13,31 \text{ (м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па / м г)} \quad (6).$$

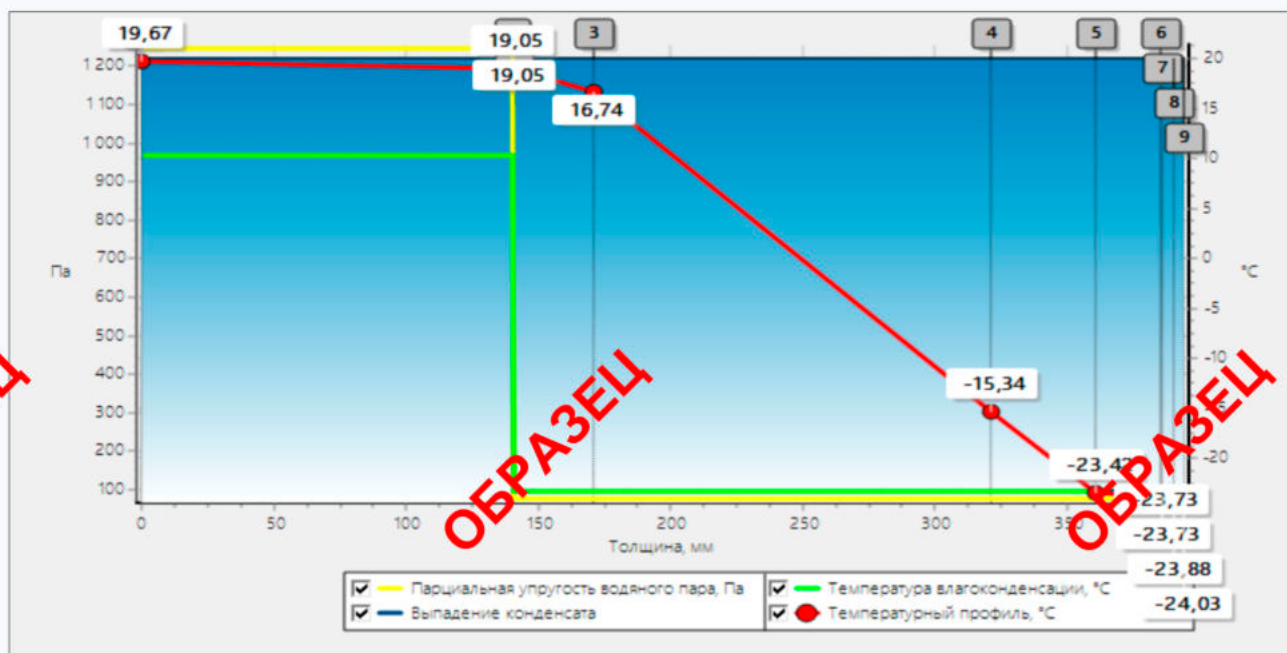


Рис.2. Плоскость максимального увлажнения

Согласно пункту 8.3.1 СП «Здания жилые и общественные. Правила проектирования тепловой защиты» конструкцию можно условно отнести к трехслойной конструкции с проницаемым слоем в середине. (Железобетон, утеплитель, стяжка) по таблице 8.3 СП «Здания жилые и общественные. Правила проектирования тепловой защиты» для таких конструкций предлагается искать плоскость максимального увлажнения на стыке проницаемого и наружного плотного слоев.

Собственно этот результат полностью совпадает с полученным выше с помощью графического метода.

Сопротивление паропрооницанию (R_n) ограждающей конструкции в пределах от внутренней поверхности до плоскости максимального увлажнения (сечение x) находится по формуле (8.9) СП 50.13330.2012, представлена ниже(7).

$$R_n = \sum_{\text{до сечения } x} \frac{\delta_i}{\mu_i} = 8,52 \text{ (м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па / м г)} \quad (7).$$

Это сопротивление паропрооницанию (R_n) должно быть не менее наибольшего из следующих требуемых сопротивлений паропрооницанию:

а) требуемого сопротивления паропроницанию из условия недопустимости накопления влаги в ограждающей конструкции за годовой период эксплуатации $R_{ni}^{тр}$ определяемого по формуле (8.1) СП 50.13330.2012 [1]:

$$R_{n1}^{тр} = \frac{(e_b - E) \cdot R_{п,н}}{E - e_h} \quad (8) .$$

б) требуемого сопротивления паропроницанию $R_{n2}^{тр}$, ($м^2 \cdot ч \cdot Па$)/ $мг$ (из условия ограничения влаги в ограждающей конструкции за период с отрицательными средними месячными температурами наружного воздуха), определяемого по формуле:

$$R_{n2}^{тр} = \frac{0,0024 \cdot z_0 \cdot (e_b - E_0)}{p_w \cdot \delta_w \cdot \Delta w + \eta} \quad (9) .$$

где e_b – парциальное давление водяного пара внутреннего воздуха, $Па$, при расчётной температуре и относительной влажности этого воздуха, определяемое по формуле (10).

$$e_b = \left(\frac{\varphi_{int}}{100} \right) \cdot E_b \quad (10) .$$

где E_b – парциальное давление насыщенного водяного пара внутреннего воздуха, $Па$, при температуре t_b (см. прил. 8);

φ_b – относительная влажность внутреннего воздуха, %, помещений

$R_{п,н}$ – сопротивление паропроницанию, ($м^2 \cdot ч \cdot Па/мг$), части ограждающей конструкции, расположенной между наружной поверхностью ограждающей конструкции и плоскостью возможной конденсации.

E – парциальное давление водяного пара, $Па$, в плоскости возможной конденсации за годовой период эксплуатации, определяемое по формуле (4).

В этой формуле E_1 , E_2 , E_3 – парциальные давления пара, $Па$, принимаемые по СП 50.13330.2012 [1] в плоскости возможной конденсации по средней температуре наружного воздуха соответственно зимнего, весенне-осеннего и летнего периодов;

z_1 , z_2 , z_3 – продолжительность, сут, этих периодов, принимаемая по СП 131.13330 [4] с учётом того, что к зимнему, весенне-осеннему, летнему периодам относятся месяцы со средними температурами наружного воздуха соответственно ниже -5 , от -5 до $+5$, выше $+5^\circ C$;

e_h – среднее парциальное давление водяного пара наружного воздуха за годовой период, $Па$, определяемое по СП 131.13330 [4];

Сопротивление паропроницанию части ограждающей конструкции, расположенной между наружной поверхностью и плоскостью максимального увлажнения ($R_{п,н}$) можно найти по формуле (8.9) СП 50.13330.2012 [1], а можно вычесть из общего (R_n) сопротивления сопротивление от внутренней поверхности до плоскости максимального увлажнения R_n :

$$R_{n,n} = R_{o,n} - R_n = 4,79 \text{ (м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па / м г)} \quad (11).$$

Тогда,

$$R_{n1}^{\text{тр}} = \frac{(e_b - E) \cdot R_{n,n}}{E - e_n} = \frac{(1273 - 1100) \cdot 4,79}{1100 - 770} = 11,45 \text{ (м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па / м г)} \quad (12).$$

Коэффициент η находится по формуле (8.5):

$$\eta = \frac{0,0024 (E_0 - e_{n,\text{отр}}) \cdot z_0}{R_{n,n}} = \frac{0,0024 (513 - 364) \cdot 151}{4,79} = 11,27 \text{ (м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па / м г)} \quad (13).$$

В результате:

$$R_{n2}^{\text{тр}} = \frac{0,0024 \cdot z_0 \cdot (e_b - E_0)}{p_w \cdot \delta_w \cdot \Delta w + \eta} = \frac{0,0024 \cdot 151 \cdot (1273 - 513)}{67,5 + 11,27} = 4,08 \text{ (м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па / м г)} \quad (14).$$

При сравнении полученных требуемых значений сопротивлений паропроницанию $R_{n1}^{\text{тр}}$ и $R_{n2}^{\text{тр}}$ с найденным ранее сопротивлением паропроницанию ограждающей конструкции в пределах от внутренней поверхности до плоскости максимального увлажнения кп устанавливаем, что:

$$R_n > R_{n1}^{\text{тр}} > R_{n2}^{\text{тр}} \quad (15).$$

$$13,31 > 11,27 > 4,08 \text{ (м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па / м г)}$$

Следовательно, данная ограждающая конструкция удовлетворяет требованиям СП 50.13330 по защите от переувлажнения.

2.4 Результаты расчетов.

Для расчета воспользуемся графическим методом, основанном на распределении в толще конструкции температуры, парциальной упругости водяного пара и температуры влагоненасыщения. Рассчитать возможность конденсации влаги в многослойной конструкции покрытия из железобетона, утеплителя, стяжки и гидроизоляционного покрытия жилого здания в г. Москва. Данные для расчета в соответствии с СП 131.13330.2018.

Определяем сопротивление паропроницанию $R_{п,н}$ части конструкции покрытия в пределах от внутренней поверхности до плоскости возможной конденсации. В нашем примере плоскость конденсации водяного пара расположена между цементно-песчаной стяжкой и кровельным ковром.

Состав кровли конструкции покрытия:

1. Сборная ж/б плита перекрытия;
2. Пароизоляция Биполь ХПП;
3. Керамзитовый гравий фр. 10-20 мм. П25, М250;
4. Минераловатный утеплитель Технориф Н Экстра;
5. Минераловатный утеплитель Технориф В Экстра;
6. Сборная стяжка из двух слоев ЦСП 2х12 мм;
7. Битумный праймер Технониколь №1;
8. Гидроизоляция 1-й слой Унифлекс Вент ЭПВ;
9. Гидроизоляция 2-ой слой Унифлекс ЭКП.

Конденсация парообразной влаги в ограждении определяется температурой наружного воздуха и соотношением упругостей водяного пара E_i и e_i по сечению ограждения. Соотношение E_i и e_i по сечению ограждения зависит от свойств материалов λ_i , μ_i и конструктивных особенностей ограждения.

Сопротивление теплопередаче слоев R_{Ti} определяет распределение температуры по сечению ограждения, а следовательно, распределение E_i . Сопротивление паропроницанию слоев R_{Pi} определяет распределение действительной упругости водяного пара e_i по сечению ограждения. То-есть каждый физический слой имеет свои значения λ и μ , которые формируют соотношение между E_i и e_i .

Определяем сопротивление паропроницанию $R_{п,н}$ части конструкции покрытия в пределах от внутренней поверхности до плоскости возможной конденсации. В нашем примере плоскость конденсации водяного пара расположена между цементно-песчаной стяжкой и кровельным ковром.

Сопротивление паропроницанию R_{ni} , $(\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}) / \text{мг}$, однослойной или отдельного слоя многослойной ограждающей конструкции определяется по формуле (1) согласно СП 50.13330.2012 [1]:

$$R_{ni} = \frac{\delta_i}{\mu_i} \quad (16) .$$

где δ_i - толщина слоя ограждающей конструкции, м;

μ_i - расчетная паропроницаемость материала слоя ограждающей конструкции, $\text{мг} / (\text{м} \cdot \text{ч} \cdot \text{Па})$.

Сопротивление паропрооницанию $R_{п,о}$, ($\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}$)/ мг , листовых материалов и тонких слоев пароизоляции следует принимать по Приложению Н СП 50.13330.2012 [[1]].

Теплотехнические характеристики материалов конструкции покрытия требуемые для расчета возможности конденсации водяного пара в толще конструкции покрытия здания приведены в 0.

Теплотехнические характеристики материалов конструкции покрытия

Материал	Плотность γ , $\text{кг}/\text{м}^3$	Толщина δ_1 , м	Сопр. Паропрониц. $R_{пi}$, $(\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па})/\text{мг}$	Паропрониц. μ , $\text{мг}/(\text{м} \cdot \text{ч} \cdot \text{Па})$	Коэф. теплопроводности λ_b
Сборная ж/б плита перекрытия	2500	0,14	0,47	0,03	2,04
Пароизоляция Биполь ХПП	1150	0,001	7,3	0	-
Керамзитовый гравий фр. 10-20 мм. П25, М250	250	0,03	0,115	0,26	0,12
Минераловатный утеплитель Технориф Н Экстра	125	0,15	0,5	0,3	0,041
Минераловатный утеплитель Технориф В Экстра	180	0,04	0,13	0,3	0,043
Сборная стяжка из двух слоев ЦСП	1250	0,024	0,8	0,03	0,26
Битумный праймер Технониколь №1	1400	0,001	1	0,008	0,27
Гидроизоляция 1-й слой Унифлекс Вент ЭПВ	1150	0,004	1,5	0,00036	0,17
Гидроизоляция 2-ой слой Унифлекс ЭКП	1150	0,004	1,5	0,00036	0,17

2.4.1 Определение возможности конденсации влаги в конструкции кровли в зимний период

Данные для расчета в соответствии с СП 131.13330.2012

ГСОП = 4551;

$R_{тр} = 4,4755 \text{ м}^2 \times \text{°C/Вт}$;

Тип здания – жилое;

Тип ограждающей конструкции – покрытие;

Температура воздуха внутри помещения: 20°С;

Влажность воздуха внутри помещения: 55%;

Температура окружающего воздуха: -25°С

Влажность окружающего воздуха: 83%;

Для определения плоскости конденсации водяного пара, составим график зависимости парциальной упругости водяного пара, Па, температуры влаgekонденсации. Плоскость максимального увлажнения расположена между керамзитовым гравием и кровельным ковром рис.3.

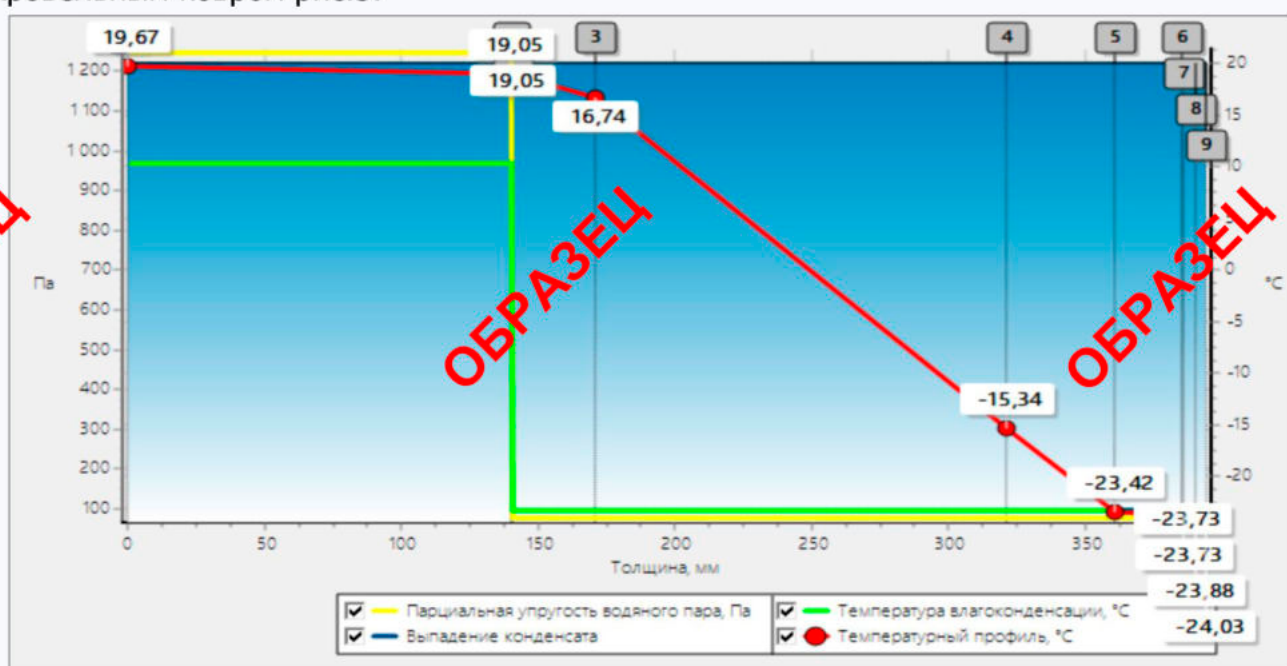


Рис.3. Изменение температуры, влажности, парциального давления в конструкции.

Согласно рис.3 плоскость максимального увлажнения расположена между минераловатным утеплителем Техноруп В Экстра и сборной стяжкой из двух слоев ЦСП. Поток влаги через конструкцию $\approx 0 \text{ мг/м}^2$. Исходя из этого поступление водяного пара через конструкцию ограничено. Конденсация водяного пара в толще конструкции **невозможна**, при условии соблюдения всех параметров конструкции.

2.4.2 Определение возможности конденсации влаги в конструкции кровли в летний период.

Данные для расчета в соответствии с СП 131.13330.2012

ГСОП = 4551;

$R_{тр} = 4,4755 \text{ м}^2 \times \text{°C/Вт}$;

Тип здания – жилое;

Тип ограждающей конструкции – покрытие;

Температура воздуха внутри помещения: 20°C;

Влажность воздуха внутри помещения: 55%;

Температура окружающего воздуха: +25°C

Влажность окружающего воздуха: 72%;

Для определения плоскости конденсации водяного пара, составим график зависимости парциальной упругости водяного пара, Па, температуры влаgekонденсации. Плоскость максимального увлажнения расположена между керамзитовым гравием и кровельным ковром рис.4.

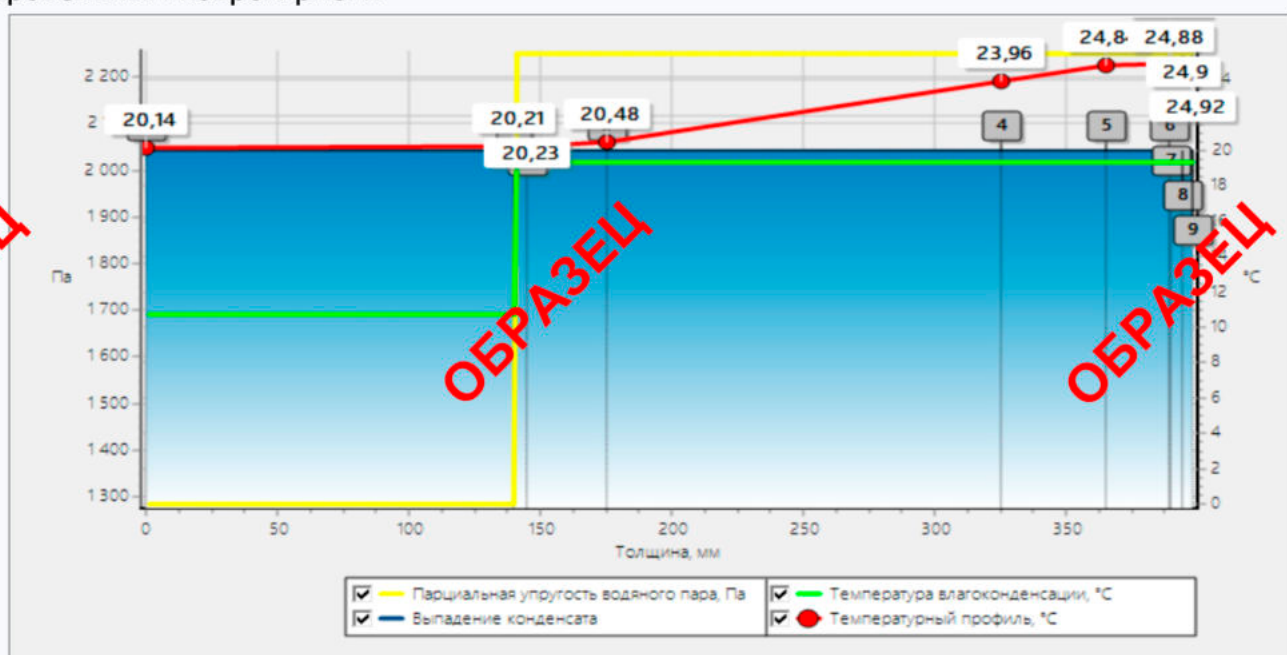


Рис.4. Изменение температуры, влажности, парциального давления в конструкции.

На рис.4 температурный профиль в толще конструкции не пересекает температуру влаgekонденсации. Выпадение конденсата водяного пара **невозможно**.

2.4.3 Определение возможности конденсации влаги в конструкции кровли при влажности 70 % в помещениях.

Данные для расчета в соответствии с СП 131.13330.2012

ГСОП = 4551;

$R_{тр} = 4,4755 \text{ м}^2 \times \text{°C/Вт}$;

Тип здания – жилое;

Тип ограждающей конструкции – покрытие;

Температура воздуха внутри помещения: 20°C;

Влажность воздуха внутри помещения: 70%;

Температура окружающего воздуха: -25°C

Влажность окружающего воздуха: 83%;

Для определения плоскости конденсации водяного пара, составим график зависимости парциальной упругости водяного пара, Па, температуры влаgekонденсации. Плоскость максимального увлажнения расположена между керамзитовым гравием и кровельным ковром рис.5.

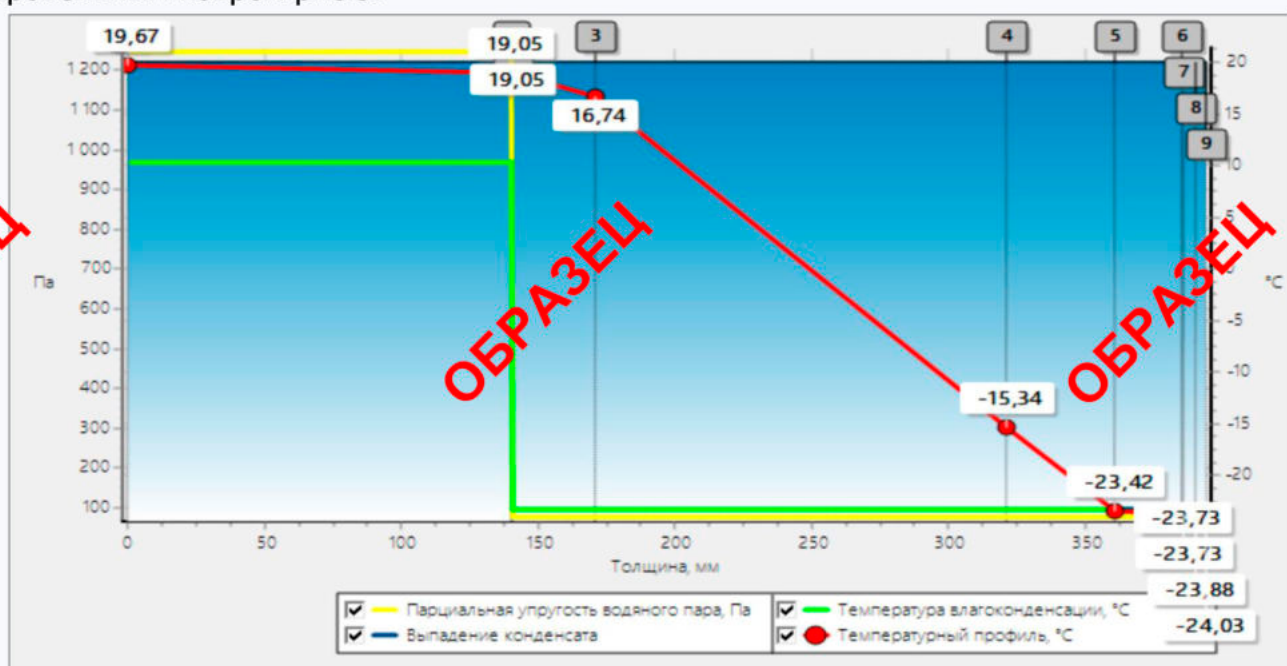


Рис.5. Изменение температуры, влажности, парциального давления в конструкции.

Согласно рис.5 плоскость максимального увлажнения расположена между минераловатным утеплителем Техноруп В Экстра и сборной стяжкой из двух слоев ЦСП. Поток влаги через конструкцию $\approx 0 \text{ мг/м}^2$. Исходя из этого поступление водяного пара через конструкцию ограничено. Конденсация водяного пара в толще конструкции **невозможна**, при условии соблюдения всех параметров конструкции.

3 ВЫВОДЫ

По результатам теплотехнического расчета конструкции кровли объекта «Жилая застройка с объектами социальной инфраструктуры, 1 этап строительства» по адресу: г. Москва, _____ установлено, что сопротивление паропроницанию ограждающей конструкции в пределах от внутренней поверхности до плоскости возможной конденсации является достаточным для предотвращения конденсации влаги в ограждающей конструкции кровли согласно СП 50.13330.2012 [1]. В существующем сечении кровли между железобетонной плитой и слоем утеплителя предусмотрена пароизоляция Биполь ХПП. Слой пароизоляции обеспечивает достаточную защиту конструкции от накопления водяного пара и ограничивает поток влаги через конструкцию.

Конструкция соответствует требованиям нормативных документов по защите от переувлажнения ограждающей конструкции. Влага, накопившаяся в ограждении в холодный период при нормальном режиме эксплуатации, должна полностью высохнуть в теплый период. Количество накопленной влаги не превышает количества, предусмотренного нормами к концу периода влагонакопления.

В результате анализа состава конструкции и расчетов, представленных выше, можно сделать следующие выводы:

1. Конденсация влаги в конструкции кровли в зимний период **невозможна**. Водяной пар не проникает в толщу конструкции покрытия, его ограничивает слой пароизоляции.

2. Конденсация влаги в конструкции кровли в летний период **невозможна**. В летний период происходит высыхание кровли, а конденсация влаги не происходит по причине не наступления условия точки росы. Кроме того, в конструкции кровли предусмотрен слой пароизоляции, препятствующий проникновению водяных паров в толщу кровельной конструкции.

3. Конденсация влаги при влажности 70 % **невозможна**. Водяной пар не проникает в толщу конструкции покрытия, его ограничивает слой пароизоляции.

Эксперт, инженер-строитель

(подпись эксперта)

/ Шебуняев А.Н. /

(Ф.И.О. эксперта)

Эксперт, инженер-строитель

(подпись эксперта)

/ Козлов Н.О. /

(Ф.И.О. эксперта)