

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИМЕР РАСЧЕТА ТОЛЩИНЫ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ СТЕНЫ ПОДВАЛА

Тип здания – жилой дом с нижней разводкой систем отопления и горячего водоснабжения;

Место строительства – Москва;

Конструкция стены – кирпичная с толщиной несущей части 640 мм, утепленная плитным экструзионным пенополистиролом ПЕНОПЛЭКС с $\lambda_B = 0,031$ Вт/(м · °С) и защитным слоем из цементно-известковой штукатурки толщиной 30 мм.

1. Определяем значение градусо-суток отопительного периода:

$$\text{ГСОП} = (t_{\text{в}} - t_{\text{от.п.}}) \cdot Z_{\text{от.п.}} = (20+3,1) \cdot 214 = 4943$$

2. По СНиП 23-02-2003 г. находим значение приведенного сопротивления теплопередачи:

$$R = 2,8 + \left[\frac{(3,5-2,8)}{2000} \right] \cdot 943 = 2,8 + 0,3 = 3,1$$

3. Требуемая толщина теплоизоляции стены подвала, расположенной выше уровня земли:

$$\delta_{\text{ут}}^{\text{н.з.}} = \left(3,1 - 0,16 - \frac{0,64}{0,7} - \frac{0,03}{0,7} \right) 0,031 = 0,062 \text{ м}$$

Принимаем толщину теплоизоляции равной 70 мм;

4. Вычисляем толщину теплоизоляции стены подвала, расположенной ниже уровня земли:

$$\delta_{\text{ут}}^{\text{п.з.}} = \left(3,1 - 1,05 - \frac{0,64}{0,7} \right) 0,031 = 1,14 \cdot 0,031 = 0,035 \text{ м}$$

Принимаем толщину теплоизоляции равной 40 мм;

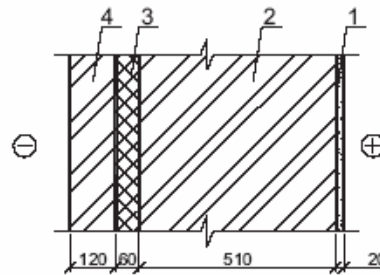
При размещении теплоизоляционного слоя с внутренней стороны стены определяют расположение зоны конденсации графическим способом.

ПРИМЕР РАСЧЕТА ПОВЫШЕНИЯ ТЕПЛОЗАЩИТЫ СТЕНЫ

Административное здание в г. Москве.

Усиление теплозащиты выполнено с применением плит ПЕНОПЛЭКС марки 35. Принятая конструкция стены дана на расчетной схеме

Расчетная схема стены.



1 – цементно-известковая штукатурка, $\lambda_1=0,87$ Вт/(м·°С);

2; 4 – кирпичная кладка, $\lambda_2=0,81$ Вт/(м·°С);

3 – плита пенополистирола ПЕНОПЛЭКС марки 35, $\lambda_3=0,031$ Вт/(м·°С).

Требуемое сопротивление теплопередаче стены является функцией числа градусо-суток отопительного периода (ГСОП):

$$ГСОП = (t_{в} - t_{от. пер.}) \cdot Z_{от. пер.}$$

где: $t_{в}$ – расчетная температура внутреннего воздуха, °С;

$t_{от. пер.}$, $Z_{от. пер.}$ – средняя температура, °С и продолжительность, сут. периода со средней суточной температурой воздуха ниже или равной 8 °С по СНиП 23-01-99 «Строительная климатология».

Для г. Москвы ГСОП = 4600 и $R_{тp} = 2,58$ м²·°С/Вт.

$$\begin{aligned} R_{о^{сш}} &= \frac{1}{\alpha_{в}} + R_{01} + R_{02} + \frac{1}{\alpha_{к}} = \\ &= \frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,87} + \frac{0,51}{0,81} + \frac{1}{23} = 0,81; \text{ м}^2 \cdot \text{°С} / \text{Вт} \end{aligned}$$

Требуется усиление теплозащитной способности стены на:

$$\Delta R = R_{о^{тp}} + R_{о^{сш}} = 2,58 - 0,81 = 1,77; \text{ м}^2 \cdot \text{°С} / \text{Вт}$$

а за вычетом R облицовочного слоя из кирпича, равного 0,148 м²·°С/Вт, получаем

$$R = 1,77 - 0,148 = 1,622; \text{ м}^2 \cdot \text{°С} / \text{Вт}$$

Толщина слоя дополнительной теплоизоляции при $\lambda_3=0,031$ Вт/(м·°С) и коэффициенте теплотехнической однородности $\gamma = 0,92$ составит:

$$\delta = \Delta R \frac{\lambda}{r} = 1,622 \frac{0,031}{0,92} = 0,55; \text{ м}$$

Принимаем слой изоляции равным 60 мм, тогда фактическое сопротивление теплопередаче составит:

$$R_o^{\text{фак}} = R_o^{\text{сум}} + (R_3 \cdot r) + R_4 = 0,81 + \left(\frac{0,06}{0,031} \cdot 0,92 \right) + \frac{0,12}{0,81} = 2,67; \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$$

ПРИМЕР РАСЧЕТА ПАРОЗАЩИТЫ СТЕНЫ
(Наружная стена)

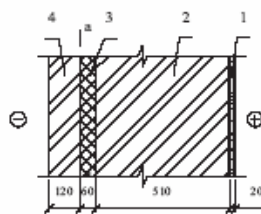
1. Цель расчета – определение необходимости устройства специальной парозащиты в многослойной стене.

Расчет выполнен по СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий».

2. Исходные данные – административное здание в г. Москва

$t_{вн} = 18\text{ }^{\circ}\text{C}$; $\varphi_{вн} = 50\%$; $R_{фак} = 2,67\text{ м}^2\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$ (см. расчет теплозащиты стены).

3. Конструкция стены:



1 – цементно-известковая штукатурка,

$\lambda=0,87\text{ Вт}/\text{м}\cdot^{\circ}\text{C}$;

$\mu=0,098\text{ мг}/\text{м}\cdot\text{ч}\cdot\text{Па}$

2; 4 – кирпичная кладка,

$\lambda=0,81\text{ Вт}/\text{м}\cdot^{\circ}\text{C}$;

$\mu=0,11\text{ мг}/\text{м}\cdot\text{ч}\cdot\text{Па}$

3 – плита пенополистирола

ПЕНОПЛЭКС марки 35 $\lambda=0,030\text{ Вт}/\text{м}\cdot^{\circ}\text{C}$;

$\mu=0,018\text{ мг}/\text{м}\cdot\text{ч}\cdot\text{Па}$

а – а – плоскость возможной конденсации

Сопротивление теплопередаче внутренних слоев составит:

$$R_{o, \text{вн. слоев}} = \frac{0,06}{0,030} + 0,92 + \frac{0,51}{0,81} + \frac{0,02}{0,87} + 0,115 = 2,49; \text{ м}^2 \text{ }^{\circ}\text{C} / \text{Вт}$$

Требуемое сопротивление паропроницанию слоев стены до плоскости возможной конденсации должно быть не менее его значения:

по формуле: $R_{п1}^{мп} = (e_a - E) \frac{R_{п.н.}}{(E - e_a)}$, или

по формуле: $R_{п2}^{мп} = \frac{0,0024 Z_o (e_a - E_a)}{(\gamma_w \delta_w \Delta w_{cp} + \eta)}$.

5. Проверка возможности влагонакопления за годовой период.

Значения среднемесячных температур наружного воздуха для Москвы по СНиП 23-01-99 «Строительная климатология» приведены в таблице, Z_o по тому же СНиПу (стр. 8) и средней упругости водяных паров наружного воздуха по СНиП 2.01.01-82 «Строительная климатология геофизика», т.к. в новом СНиПе эти данные отсутствуют.

Месяц	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$T_n, \text{ }^{\circ}\text{C}$	-10,2	-9,2	-4,3	4,4	11,9	16,0	18,1	16,3	10,7	4,3	-1,9	-7,3
$e_n, \text{ гПа}$	2,8	2,9	3,7	6	8,9	12,4	14,7	14,2	10,4	6,9	4,8	3,6

Продолжение прил. 3

$$Z_0 = 145 \text{ сут}$$

Сезонные и среднемесячные температуры:

$$Z_1 = 3 \text{ мес.}; \quad t_{с1} = - 8,9 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$Z_2 = 4 \text{ мес.}; \quad t_{с2} = + 0,625 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$Z_3 = 5 \text{ мес.}; \quad t_{с3} = + 14,6 \text{ }^\circ\text{C}.$$

Температура в плоскости возможной конденсации, соответствующая среднезональным температурам, определяется по формуле:

$$\tau_n = t_n - (t_n - t_{сn}) \frac{R_{св}}{R_{фак}},$$

$$\tau_1 = 18 - (18 + 8,9) \frac{2,49}{2,67} = - 7,0 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$\tau_2 = 18 - (18 - 0,625) \frac{2,49}{2,67} = + 1,9 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$\tau_3 = 18 - (18 - 14,6) \frac{2,49}{2,67} = + 14,8 \text{ }^\circ\text{C};$$

соответственно $E_1 = 337 \text{ Па}$; $E_2 = 701 \text{ Па}$; $E_3 = 1683 \text{ Па}$, тогда

$$E = (337 \cdot 3 + 701 \cdot 4 + 1683 \cdot 5) / 12 = 1019 \text{ Па}$$

$$e_b = 1032 \text{ Па};$$

$$e_n = 761 \text{ Па (см. таблицу выше).}$$

$$R_{п.нар.слоя} = 0,12/0,11 = 1,09 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па/мг};$$

$$R_{п.внут.слоя} = 0,06/0,018 + 0,51/0,11 + 0,02/0,098 = 8,16 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па/мг}.$$

По формуле

$$R_{п1} = (1032 - 1019) \cdot 1,09 / (1019 - 761) = 0,054 < 8,16 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па/мг}.$$

то есть по этому условию устройство парозащиты не требуется.

6. проверка возможности влагонакопления за период с отрицательными среднемесячными температурами.

Средняя упругость водяного пара наружного воздуха за период Z_0 (см. таблицу выше).

$$e_{н0} = 356 \text{ Па}.$$

Средняя температура наружного воздуха за тот же период

$$t_{с0} = - 6,58 \text{ }^\circ\text{C}.$$

По формуле:

$$\tau_0 = 18 - (18 + 6,58) \frac{2,49}{2,67} = - 4,92 \text{ }^\circ\text{C};$$

этой температуре соответствует $E_0 = 401 \text{ Па}$.

По формуле:

$$\eta = 0,0024 \cdot (401 - 356) \cdot 145/1,09 = 14,37.$$

При $\gamma = 35 \text{ кг/м}^3$; $\delta = 0,06 \text{ м}$; $\Delta W_{\text{ср}} = 25 \%$, находим:

$R_{\text{п2}} = 0,0024 \cdot 145 \cdot (1032 - 401) / (25 \cdot 0,06 \cdot 25 + 14,37) = 4,23 < 8,16 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па/мг}$,
то есть по этому условию устройство дополнительной пароизоляции также не требуется.

Приложение 4

**ПРИМЕР ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЯ ТЕПЛОУСВОЕНИЯ
ПОВЕРХНОСТИ ПОЛА по СНиП 23-02-2003**

Исходные данные: пол подвала жилого дома.

Конструкция пола:

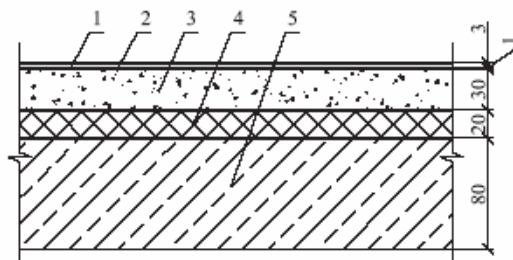


Таблица физико-технических характеристик составляющих пола

№ п/п	Материал	Толщина слоя, м	Плотность материала в сухом состоянии, γ_0 , кг/м ³	Коэффициенты при условии эксплуатации А		Теплотермическое сопротивление, R, м ² С/Вт
				Теплопроводность, λ , Вт/м ² С	Теплоусвоения, s, Вт/м ² С	
1	Линолеум	0,003	1600	0,33	7,52	0,009
2	Мастика водостойкая	0,001	1000	0,18	4,56	0,0055
3	Стяжка из цементно-керамзитового раствора	0,03	1200	0,47	6,16	0,06
4	Теплоизоляция из плит ПЕНОПЛЭКС	0,02	35	0,03	0,36	0,67
5	Бетонный подстилающий слой	0,08	2400	1,74	16,77	0,046

Тепловую инерцию каждого слоя определяем по формуле:

$$D_1 = R_1 \cdot S_1 = 0,009 \cdot 7,52 = 0,068;$$

$$D_2 = R_2 \cdot S_2 = 0,0055 \cdot 4,56 = 0,025;$$

$$D_3 = R_3 \cdot S_3 = 0,06 \cdot 6,16 = 0,37;$$

$$D_5 = R_5 \cdot S_5 = 0,046 \cdot 16,77 = 0,77.$$

Т.к. суммарная тепловая инерция первых трех слоев $D_1+D_2+D_3=0,068+0,025+0,37 = 0,463 < 0,5$, а суммарная тепловая инерция трех плюс пятый слой

$D_1+D_2+D_3+D_5 = 0,463 + 0,77 + 1,23 > 0,5$. Следовательно показатель теплоусвоения пола Y_n следует определять последовательно расчетом показателей теплоусвоения поверхностей слоев конструкции, начиная с третьего слоя:

$$Y_3 = \frac{2 R_3 S_3^2 + S_5}{0,5 + R_3 S_5} = \frac{2 \cdot 0,06 \cdot 6,16^2 + 16,77}{0,5 + 0,06 \cdot 16,77} = \frac{21,3}{1,5} = 14,2;$$

$$Y_2 = \frac{4 R_2 S_2^2 + Y_3}{1 + R_2 Y_3} = \frac{4 \cdot 0,0055 \cdot 4,56^2 + 14,2}{1 + 0,0055 \cdot 14,2} = \frac{14,68}{1,07} = 13,7;$$

$$Y_1 = Y_n = \frac{4 R_1 S_1^2 + Y_2}{1 + R_1 Y_2} = \frac{4 \cdot 0,009 \cdot 7,52^2 + 13,7}{1 + 0,009 \cdot 13,7} = \frac{15,73}{1,12} = 14 > 12;$$

что не удовлетворяет требованиям СНиП предъявляемым к теплоусвоению поверхности пола в жилых, больничных и других подобных зданиях (1 группа зданий и помещений). Поэтому вводим в конструкцию пола дополнительный слой из плит ПЕНОПЛЭКС:

$$Y_3 = \frac{2 \cdot 0,06 \cdot 6,16^2 + 0,36}{0,5 + 0,06 \cdot 0,36} = 9,44;$$

$$Y_2 = \frac{4 \cdot 0,0055 \cdot 4,56^2 + 9,44}{1 + 0,0055 \cdot 9,44} = 9,42;$$

$$Y_1 = Y_n = \frac{4 \cdot 0,009 \cdot 7,52^2 + 9,42}{1 + 0,009 \cdot 9,42} = 10,56 < 12$$

Таким образом выбранная конструкция отвечает требованиям СНиП для зданий и помещений всех трех групп.

**ПРИМЕР ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВОЗМОЖНОСТИ КОНДЕНСАЦИИ
ВЛАГИ ВНУТРИ СТЕНЫ ПОДВАЛА ЖИЛОГО ДОМА В Г. МОСКВЕ ПРИ
УСЛОВИИ, ЧТО СТЕНА ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ УТЕПЛЕНА СО
СТОРОНЫ ПОМЕЩЕНИЯ ПОДВАЛА ПЛИТАМИ ПЕНОПЛЭКС
ТОЛЩИНОЙ 30 ММ И ОШТУКАТУРЕНА ЦЕМЕНТНО-ПЕСЧАНЫМ
РАСТВОРОМ ТОЛЩИНОЙ 30 ММ.**

1. Определяем сопротивление паропроницанию слоев стены:

$$R_{\text{кл}}^n = \frac{0,64}{0,11} = 5,82 \quad \text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па/мг};$$

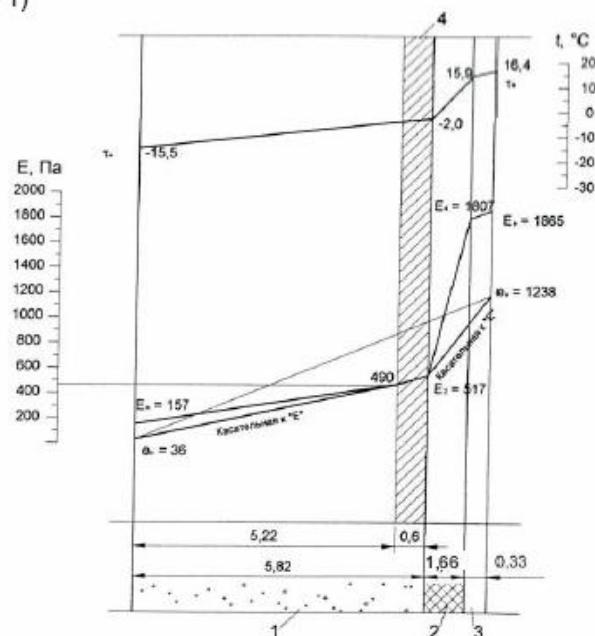
$$R_{\text{шт}}^n = \frac{0,03}{0,018} = 1,66 \quad \text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па/мг};$$

$$R_{\text{ц.п.}}^n = \frac{0,03}{0,09} = 0,33 \quad \text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па/мг};$$

$$R_0^n = 5,82 + 1,66 + 0,33 = 7,8 \quad \text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па/мг};$$

2. Вычерчиваем стену в масштабе сопротивлений паропроницаемости

(рис. 1)



**Рис. 1 Зона конденсации влаги в стене подвала,
утепленной со стороны помещения**

1 – стена подвала; 2 – теплоизоляция; 3 – облицовка; 4 – зона конденсации

3. Температуры на границах слоев стены определяются по формуле:

$$\tau_x = t_a - \frac{(t_a - t_n) \cdot n}{R} \left(R_a + \sum_i R_x \right)$$

$$\tau_x = 18 - \frac{18 + 28}{3,1} \cdot 0,115 = 16,4 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\tau_x = 18 - \frac{18 + 28}{3,1} \cdot (0,115 + 0,035) = 15,9 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\tau_x = 18 - \frac{18 + 28}{3,1} \cdot (0,115 + 0,035 + 0,96) = -2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\tau_x = 18 - \frac{18 + 28}{3,1} \cdot (0,115 + 0,035 + 0,96 + 0,91) = -15,5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

4. Данным температурам соответствуют следующие значения упругости водяного пара:

$$E_a = 1865 \text{ Па}; E_1 = 1807 \text{ Па}; E_2 = 517 \text{ Па}; E_n = 157 \text{ Па}.$$

5. Значения действительной упругости водяного пара при относительной влажности воздуха в помещении $\varphi = 60 \%$ и наружного воздуха $\varphi = 80 \%$ составляет:

$$e_a = 2064 \cdot 0,6 = 1238 \text{ Па};$$

$$e_n = 45 \cdot 0,8 = 36 \text{ Па}.$$

6. Количество водяного пара, поступающего к зоне конденсации:

$$P_1 = \frac{e_a - E_2}{R_{II1} + R_{II2}} = \frac{1238 - 517}{1,66 + 0,33} = 362 \text{ мг}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па})$$

7. Количество водяного пара, уходящего от левой зоны конденсации:

$$P_2 = \frac{490 - 36}{5,22} = 87 \text{ мг}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па})$$

8. Количество водяного пара, конденсирующего в стене:

$$P = P_1 - P_2 = 362 - 87 = 275 \text{ мг}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па})$$

9. В течение месяца в стене сконденсируется влаги:

$$P_w = \frac{0,275 \cdot 24 \cdot 30}{1000} = 0,198 \text{ кг}/\text{м}^2$$

10. Определим скорость удаления влаги в летнее время при следующих исходных параметрах воздуха:

11. Температура в плоскости прилегания пенополистирольной плиты к кирпичной стене: $t_n = 16 \text{ } ^\circ\text{C}$; $\varphi_n = 75$; $e_n = 2064 \cdot 0,75 = 1548 \text{ Па}$.

Продолжение прил. 5

$$R = R_a + R_1 + R_2 = 0,115 + \frac{0,03}{0,76} + \frac{0,03}{0,031} = 1,12 \text{ м}^2 \text{ ч Па/мг}$$

$$\tau_x = 18 - \frac{18 - 16}{3,1} \cdot 1,12 = 17,3 \text{ } ^\circ\text{C}$$

12. Этой температуре соответствует максимальная упругость водяного пара $E_{з.к.} = 1974 \text{ Па}$;

13. Другая поверхность зоны конденсации отстоит от внутренней поверхности кирпичной стены на расстоянии: $\delta = 0,6 \cdot 0,11 = 0,07 \text{ м}$;

где $0,11 \text{ мг}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па})$ – коэффициент паропроницаемости кирпичной кладки.

14. Термическое сопротивление зоны конденсации:

$$R_{з.к.} = \frac{0,07}{0,7} = 0,1 \text{ (м}^2 \text{ } ^\circ\text{C)/Вт};$$

15. Температура этой поверхности τ_x составит:

$$\tau_x = 18 - \frac{18 - 16}{3,1} (0,115 + 0,04 + 0,96 + 0,1) = 17^\circ\text{C};$$

16. Этой температуре соответствует максимальная упругость водяного пара $E_{з.к.} = 1937 \text{ Па}$;

17. Так как $E_{з.к.} = 1937 \text{ Па} > e_s 1238 \text{ Па}$, то высыхание будет происходить в обоих направлениях;

18. Количество влаги, удаляемой в сторону помещения:

$$P_1 = \frac{1937 - 1238}{1,66 + 0,33} = 351 \text{ мг}/(\text{м}^2 \text{ ч Па}) = 0,351 \text{ г}/(\text{м}^2 \text{ ч Па})$$

19. Количество влаги, удаляемой по направлению к наружной стороне стены:

$$P_2 = \frac{1937 - 1548}{5,22} = 75 \text{ мг}/(\text{м}^2 \text{ ч Па}) = 0,075 \text{ г}/(\text{м}^2 \text{ ч Па})$$

20. Тогда: $P_{\text{выс}} = P_1 + P_2 = 0,351 + 0,075 = 0,426 \text{ г}/(\text{м}^2 \text{ ч Па})$

21. Количество влаги, удаляемой из стены в течение месяца:

$$P_{\text{мес}} = \frac{0,426 \cdot 24 \cdot 30}{1000} = 0,31 \text{ кг}/\text{м}^2, \text{ что больше, чем } P_w = 0,26 \text{ кг}/\text{м}^2$$

откуда следует, что сконденсировавшаяся влага будет удаляться за летний период.

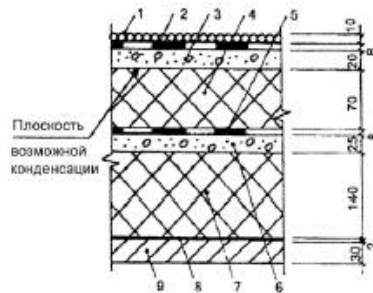
ПРИМЕР ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВОЗМОЖНОСТИ НАКОПЛЕНИЯ ВЛАГИ И НЕОБХОДИМОСТИ УСТРОЙСТВА ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ПАРОИЗОЛЯЦИИ В МНОГОСЛОЙНОМ ПОКРЫТИИ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ЗДАНИЯ В Г. ТАМБОВЕ (РИС. 2)

Исходные данные: $t_{в} = 18 \text{ }^{\circ}\text{C}$ и $\varphi_{в} = 82 \text{ \%}$.

1. Фактическое сопротивление теплопередаче покрытия R_o ($\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$), равно:

$$R_o = \frac{1}{\alpha_n} + R + \frac{1}{\alpha_{e1}} = \frac{1}{23} + \frac{0,008}{0,17} + \frac{0,01}{0,58} + \frac{0,07}{0,030} + \frac{0,008}{0,17} + \frac{0,025}{0,58} + \frac{0,14}{0,2} + \frac{0,002}{0,17} + \frac{0,03}{2,04} + \frac{1}{8,7} = 3,06 \text{ (м}^2 \text{ }^{\circ}\text{C)/Вт};$$

Рис. 2 Конструкция покрытия с дополнительным слоем теплоизоляции:



- 1 – гравий на мастике;
- 2 – 2 слоя битумно-полимерного наплавляемого материала;
- 3 – стяжка из цементно-песчаного раствора;
- 4 – экструзионный пенополистирол ПЕНОПЛЭКС, $\gamma = 35 \text{ кг/м}^3$;
- 5 – 4 слоя рубероида на мастике (существующая кровля);
- 6 – стяжка из цементно-песчаного раствора;
- 7 – теплоизоляция из пенобетона, $\gamma = 600 \text{ кг/м}^3$;
- 8 – пароизоляция из слоя рубероида на битумной мастике;
- 9 – железобетонная плита $\gamma = 2500 \text{ кг/м}^3$

2. По СНиП 23-01-99 выписываем в таблицу значения среднемесячных температур и давления водяных паров наружного воздуха

Месяц	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$t_{в}, \text{ }^{\circ}\text{C}$	-10,9	-9,5	-4,6	6,0	14,1	18,1	19,8	18,6	12,5	5,2	-1,4	-7,3
$e_{в}, \text{ ГПа}$	2,4	2,5	4,1	9,3	16,0	20	23,0	21,0	14,5	8,8	5,4	3,3

$Z_{о.п.} = 140 \text{ сут.}$

3. Значения $R_{п.н.}$ и $R_{п.в.}$, как сумма $R_{п.}$:

$$R_{п.н-3} = \frac{0,01}{0,03} + 0,3 + 2 (1,1 + 0,3) + \frac{0,02}{0,09} = 3,05 \text{ (м}^2 \text{ ч Па)/мг};$$

$$R_{п.в-5} = \frac{0,07}{0,018} + 4 (1,1 + 0,3) + \frac{0,025}{0,09} + \frac{0,14}{0,17} + (1,1 + 0,3) \frac{0,03}{0,03} = 13,0 \text{ (м}^2 \text{ ч Па)/мг};$$

($\mu = 0,018 \text{ мг/(м ч Па)}$) – для плит ПЕНОПЛЭКС марка 35).

Продолжение прил. 6

4. Вычисляем сопротивление теплопередаче слоев покрытия от внутренней поверхности до плоскости возможной конденсации:

$$R_{o.в.} = R_{4-9} + \frac{1}{\alpha_g} = \frac{0,07}{0,030} + \frac{0,008}{0,17} + \frac{0,14}{0,26} + \frac{0,002}{0,17} + \frac{0,03}{2,04} + \frac{1}{8,7} = 2,95 \text{ (м}^2 \text{ }^\circ\text{C)/Вт}$$

5. Продолжительность сезонов и среднемесячные температуры наружного воздуха по СНиП 23-01-99.

Зима (январь, февраль, декабрь): $Z_1 = 3$ мес.

$$t_{н1} = (-10,9 - 9,5 - 7,3) : 3 = -9,5 \text{ }^\circ\text{C}$$

Весна – осень (март, апрель, октябрь, ноябрь): $Z_2 = 4$ мес.

$$t_{н2} = (-4,6 + 6,0 + 5,2 - 1,4) : 4 = 5,2 \text{ }^\circ\text{C}$$

Лето (май, июнь, июль, август, сентябрь): $Z_3 = 5$ мес.

$$t_{н3} = (14,1 + 18,1 + 19,8 + 18,6 + 12,5) : 5 = 16,6 \text{ }^\circ\text{C}$$

6. Соответственно значение температур τ :

$$\tau_1 = 18 - \frac{18 + 9,5}{3,06} \cdot 2,95 = -8,5 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\tau_2 = 18 - \frac{18 - 5,2}{3,06} \cdot 2,95 = 5,7 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\tau_3 = 18 - \frac{18 - 16,6}{3,06} \cdot 2,95 = 16,7 \text{ }^\circ\text{C}$$

7. Среднемесячным τ соответствует:

$$E_1 = 296 \text{ Па; } E_2 = 916 \text{ Па; } E_3 = 1901 \text{ Па}$$

8. Средние значения:

$$E = \frac{(296 \cdot 3 + 916 \cdot 4 + 1901 \cdot 5)}{12} = 1171 \text{ Па}$$

$$e_n = 1063 \cdot 0,6 = 1238 \text{ Па; при } \varphi_n = 60 \text{ %;}$$

$$E_n = \frac{(240 + 250 + 410 + 930 + 1600 + 2070 + 2300 + 2100 + 1450 + 880 + 540 + 330)}{12} = 1091 \text{ Па}$$

$$e_n = 1091 \cdot 0,82 = 894 \text{ Па.}$$

9. Определяем:

$$R_{n1}^{mp} = (1238 - 1171) \frac{3,05}{1171 - 894} = 0,74 < R_{н.н.} = 13,0 \text{ (м}^2 \text{ ч Па)/мг;}$$

т.е. по этому условию дополнительной пароизоляции не требуется.

10. Проверяем возможность влагонакопления за период с отрицательными среднемесячными температурами, для чего определяем упругость водяного пара наружного воздуха за период $Z_{o.n.}$.

$$e_{н.о.} = \frac{(240 + 250 + 410 + 540 + 330)}{5} = 354 \text{ Па}$$

Средняя температура наружного воздуха за тот же период:

$$t_{н.о.} = (-10,9 - 9,5 - 4,6 - 1,4 - 7,3) : 5 = -6,9 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\tau_o = 18 - \frac{18 + 6,9}{3,06} \cdot 2,95 = -6,0 \text{ }^\circ\text{C}$$

этой температуре соответствуют $E_o = 319 \text{ Па;}$

$$\gamma_{yt} = 100 \text{ кг/м}^3; \delta_{yt} = 0,06 \text{ м; } \Delta W_{cp} = 25 \text{ \%}.$$

Вычисляем:

$$R_{n2}^{mp} = (1238 - 336) \frac{0,0024 \cdot 140}{30 \cdot 0,07 \cdot 25 + 0,62} = 5,5 < R_{н.н.} = 13,0 \text{ (м}^2 \text{ ч Па)/мг;}$$

т.е. по этому условию дополнительной пароизоляции не требуется.

**ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ
ИСПОЛЬЗОВАНИИ В СТЕНАХ И ПОКРЫТИЯХ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ
ИЗ ПЛИТ ПЕНОПЛЭКС МАРКИ 35**

В соответствии с сертификатами пожарной безопасности плиты пенополистирольные имеют группу горючести – Г1 по ГОСТ 30244, группу воспламеняемости – В2 по ГОСТ 30402, группу дымообразующей способности – Д3 по ГОСТ 12.1.044.

При определении области применения плит пенополистирольных учитывались результаты испытаний фрагментов стен с полимерными утеплителями, письмо ГУ ГПС МВД России и Минстроя России « Об утеплении наружных стен зданий», а также справочные данные «Пособия по определению пределов огнестойкости, пределов распространения огня по конструкциям и групп возгораемости материалов » ЦНИИСК им. Кучеренко. Применение плит пенополистирольных рекомендуется при следующих конструктивных решениях стен и покрытий.

В зданиях II и III степеней огнестойкости классов конструктивной пожарной опасности С1.

- для утепления с внешней стороны несущих, самонесущих кирпичных стен толщиной не менее 250 мм; бетонных стен толщиной не менее 200 мм при устройстве наружного защитного слоя из штукатурки толщиной не менее 25 мм и защитного слоя из негорючих армированных материалов в местах примыкания утеплителя к проемам и другим отверстиям шириной не менее – 50 мм в зданиях III степени огнестойкости; – 100 мм в зданиях II степени огнестойкости, а также для утепления стен со стороны помещения с отделочным слоем из штукатурки толщиной не менее 25 мм, из гипсокартонных листов ГКЛВО или гипсоволокнистых листов ГВЛ.
- для теплоизоляции в покрытиях по железобетонным плитам толщиной не менее 30 мм в зданиях II и III степеней огнестойкости.
- для теплоизоляции в покрытиях по стальному профнастилу в зданиях II и III степеней огнестойкости.

В зданиях I – III степеней огнестойкости, классов конструктивной пожарной опасности С0.

- для утепления с внешней стороны несущих, самонесущих кирпичных стен толщиной не менее 250 мм; бетонных стен толщиной не менее 200 мм в зданиях I – III степеней огнестойкости классов пожарной опасности С0 при устройстве наружного защитного слоя из кирпича и защитного слоя из негорючих

армированных материалов в местах примыкания утеплителя к проемам и другим отверстиям шириной не менее - 50 мм в зданиях III степени огнестойкости; - 100 мм в зданиях II степени огнестойкости; - 150 мм в зданиях I степени огнестойкости

- для теплоизоляции в покрытиях по железобетонным плитам толщиной не менее 30 мм в зданиях II и III степеней огнестойкости; – 50 мм в зданиях I степени огнестойкости.

Конструктивные решения, удовлетворяющие требованиям II и III степеней огнестойкости класса конструктивной пожарной опасности С1 (с защитным слоем из штукатурки) в соответствии с требованиями действующих нормативных документов могут быть в зданиях, имеющих следующие параметры.

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ЗДАНИЯ

(в соответствии со СНиП 31-03-2001)

Категория Зданий или пожарных отсеков	Высота здания *, м	Степень огнестойкости здания	Класс конструктивной пожарной опасности здания	Площадь этажа в пределах пожарного отсека, м ² зданий		
				одноэтажных	в два этажа	в три этажа и более
Г	30	III	С1	не огр.	10400	7800
Д	30	III	С1	не огр.	25000	10400

- * Высота здания в данной таблице измеряется от пола 1-го этажа до потолка верхнего этажа, включая технический; при переменной высоте потолка принимается средняя высота этажа.

Высота одноэтажных зданий класса пожарной опасности С1 не нормируется.

СКЛАДСКИЕ ЗДАНИЯ

(в соответствии со СНиП 31-04-2001)

Категория склада	Высота здания *, м	Степень огнестойкости здания	Класс конструктивной пожарной опасности здания	Площадь этажа в пределах пожарного отсека, м ² зданий		
				одноэтажных	в два этажа	в три этажа и более
Д	36	III	С1	не огр.	7800	5200

- * Высота здания в данной таблице измеряется от пола 1-го этажа до потолка верхнего этажа, включая технический; при переменной высоте потолка принимается средняя высота этажа.

АДМИНИСТРАТИВНЫЕ И БЫТОВЫЕ ЗДАНИЯ

(в соответствии со СНиП 2.09.04-87*)

Степень огнестойкости здания	Класс конструктивной пожарной опасности здания	Допустимая высота здания *, м	Площадь этажа в пределах пожарного отсека, м ² при числе этажей					
			1	2	3	4 – 5	6 – 9	10 – 16
II	C1	28	5000	3000	3000	2000	1200	–
III	C1	12	2000	1400	1200	800	–	–

ЗДАНИЯ ЖИЛЫЕ МНОГОКВАРТИРНЫЕ

(в соответствии со СНиП 31-01-2003)

Степень огнестойкости здания	Класс конструктивной пожарной опасности здания	Допустимая высота здания *, м	Площадь этажа в пределах пожарного отсека, м ² при числе этажей
II	C1	28	2200
III	C1	15	1800

Конструктивные решения, удовлетворяющие требованиям I, II и III степеней огнестойкости класса конструктивной пожарной опасности С0 (с защитным слоем из кирпича) в соответствии с требованиями действующих нормативных документов могут быть в зданиях, имеющих следующие параметры.

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ЗДАНИЯ

(в соответствии со СНиП 31-03-2001)

Категория зданий или пожарных отсеков	Высота здания *, м	Степень огнестойкости здания	Класс конструктивной пожарной опасности здания	Площадь этажа в пределах пожарного отсека, м ² зданий		
				одноэтажных	в два этажа	в три этажа и более
А, Б	36	I	С0	не огр.	5200	3500
А	36	II	С0	не огр.	5200	3500
	24	III	С0	7800	3500	2600
Б	36	II	С0	не огр.	10400	7800
	24	III	С0	7800	3500	2600
В	48	I, II	С0	не огр.	25000	10400
	24	III	С0	25000	7800** 10400 5200**	5200** 5200 3600**
Г	54	I, II	С0	не огр.	не огр.	не огр.
	36	III	С0	не огр.	25000	10400
Д	54	I, II	С0	не огр.	не огр.	не огр.
	36	III	С0	не огр.	50000	15000

* Высота здания в данной таблице измеряется от пола 1-го этажа до потолка верхнего этажа, включая технический; при переменной высоте потолка принимается средняя высота этажа.

Высота одноэтажных зданий класса пожарной опасности С0 и С1 не нормируются.

** Для деревообрабатывающих производств.

Продолжение прил. 7

СКЛАДСКИЕ ЗДАНИЯ
(в соответствии со СНиП 31-04-2001)

Категория склада	Высота здания *, м	Степень огнестойкости здания	Класс конструктивной пожарной опасности здания	Площадь этажа в пределах пожарного отсека, м ² зданий		
				Одноэтажных	в два этажа	в три этажа и более
А	–	I, II	С0	5200	–	–
	–	III	С0	4400	–	–
Б	18	I, II	С0	7800	5200	5200
	–	III	С0	6500	–	–
В	36	I, II	С0	10400	7800	5200
	24	III	С0	10400	5200	2600
Д	не огр.	I, II	С0	не огр.	10400	7800
	36	III	С0	не огр.	7800	5200

* Высота здания в данной таблице измеряется от пола 1-го этажа до потолка верхнего этажа, включая технический; при переменной высоте потолка принимается средняя высота этажа.

АДМИНИСТРАТИВНЫЕ И БЫТОВЫЕ ЗДАНИЯ
(в соответствии со СНиП 2.09.04-87*)

Степень огнестойкости здания	Класс конструктивной пожарной опасности здания	Допустимая высота здания *, м	Площадь этажа в пределах пожарного отсека, м ² при числе этажей					
			1	2	3	4 – 5	6 – 9	10 – 16
I	С0	50	6000	5000	5000	5000	5000	2500
II	С0	50	6000	4000	4000	4000	4000	2200
III	С0	15	3000	2000	2000	1200	–	–

ЗДАНИЯ ЖИЛЫЕ МНОГОКВАРТИРНЫЕ
(в соответствии со СНиП 31-01-2003)

Степень огнестойкости здания	Класс конструктивной пожарной опасности здания	Допустимая высота здания *, м	Площадь этажа в пределах пожарного отсека, м ² при числе этажей
I	С0	75	2500
II	С0	50	2500
III	С0	28	1800

**РЕКОМЕНДУЕМЫЕ МАТЕРИАЛЫ, ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ
ПЛИТ ПЕНОПЛЭКС**

Фильтрующие материалы (Геотекстиль)				
Наименование материала, марка, фирма	Наименование показателей			
	Поверхностная плотность, г/м ²	Толщина при нагрузке 2кН/м ² , мм	Разрывная нагрузка, кгс/5см, вдоль/поперек	Относительное удлинение, %, вдоль/поперек
Дорнит, ООО «Полилайн» ТУ 8391-001-50099417-2001	300; 350	3,5; 4,0	30; 35/60; 70	120/120
Турар®, Фирма Du Pont (США), SF32PRO...SF56	110 ... 190	0,41 ... 0,52	40/40 ... 80/80	60/60 ... 65/65
Дорнит, ЗАО «Химволокно» ТУ 8397-001-51414105-03	300 ... 400	2,4 ... 3,5	21/33 ... 56/77	84/70 ... 115/95
Polyfelt (Германия), TS 10...80, P 006	105 ... 500	1,0 ... 4,0	38/38...158/158	75/35 ... 80/65

РУЛОННЫЕ ГИДРОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Рулонные битумно-полимерные материалы								
Материал, ТУ	Масса 1 м ² , кг	Масса 1 м ² вяжущего с наплавленной стороны, кг	Масса 1 м ² основы, гр.	Разрывная сила при растяжении в продольном направлении, кгс/50 мм	Относительное удлинение в продольном направлении, %	Теплостойкость, °С	Водопоглощение через 24 ч, % масс	Гибкость при температуре, °С
Стандарт – Петрозласт – «Петрофлекс» ТУ 5775-004- 45510767-2002	2,5 – 5,0 2,5 – 6,0	2,0 2,0		83 78	70 70	95 100	< 1,0 < 1,0	- 15 - 30
Технозласт «ТехноНиколь» ТУ 5774-003- 00287852-99	3,0 – 6,5	2,0	90...250	49...85	13...53	100	< 1,0	- 35
Вестопласт «Завод Технофлекс» ТУ 5774-009- 17925162-2002	3,0 – 6,5	2,0	50...250	36...80	50	130	< 1,0	- 15
Унифлекс «Завод Технофлекс» ТУ 5774-001- 17925162-99	3,0 – 5,5	2,0	50...250	30...68	5...7	95	< 1,0	- 15
Экофлекс «Завод Технофлекс» ТУ 5774-003- 17925162-00	3,0 – 5,5	1,5	50...250	80	10	130	< 1,0	- 10
Биполь «Завод Технофлекс» ТУ 5774-003- 17925162-00	3,0 – 5,0	1,5	50...250	80	10	85	< 1,0	- 15
Линокром «ТехноНИКОЛЬ Воскресенск» ТУ 5774-008- 17925162-2002	3,0 – 5,0	1,5	50...250	39...67	10...15	80	< 1,0	0

Рулонные битумно-полимерные материалы								
Материал, ТУ	Масса 1 м ² , кг	Масса 1 м ² вяжущего с наплавленной стороны, кг	Масса 1 м ² основы, гр.	Разрывная сила при растяжении в продольном направлении, кгс/50 мм	Относительное удлинение в продольном направлении, %	Теплостойкость, °С	Водопоглощение через 24 ч, % масс	Гибкость при температуре, °С
Изопласт К Изопласт П «Изофлекс» ТУ 5774-005-05766480-2002	4,0 – 5,0 3,0 – 5,5	2,0 2,0	250 200	60...80 36	20...30 3...30	120 120	1,0 1,0	- 15 - 15
Изоэласт К Изоэласт П «Изофлекс» ТУ 5774-007-05766480-2002	4,0 – 6,0 3,0 – 5,5	2,0 2,0	250 200	60 36	30...40 30...40	90 90	1,0 1,0	- 30 - 30
Новопласт К Новопласт П «Изофлекс» ТУ 5774-001-58590414-2002	4,0 – 5,0 3,0 – 4,0	2,0 2,0	250 200	60 36...80	20...30 3...30	120 120	1,0 0,6	- 15 - 15
Материалы на основе ПВХ, ТПО, ЭПДМ								
Материал, ТУ	Масса 1 м ² , кг	Толщина, мм	Условная прочность при растяжении, МПа	Относительное удлинение, %	Теплостойкость, °С	Водопоглощение через 24 ч, % масс	Гибкость при температуре, °С	
ПОЛИКРОМ Р ПОЛИКРОМ ПнГ ЗАО «Поликром» ТУ 5774-001-46439362-99	1,43 1,43	1,2 1,2	6,0 3,5	300 200	120 120	0,2 0,3	- 60 - 60	
АЛЬКОРПЛАН, ПВХ, фирма «ALKOR DRAKA N.V.» (Бельгия), ТУ 5774-001-472707006-04	1,4 – 1,5	1,2 – 1,5	20,0	17,2	80	0,05	- 40	
ПВХ «Эвергард», фирма FLAG S.p.A. (Италия)	3,3	2,5	16,9	275	85	1,4	- 20	
ТПО «Эвергард», фирма FLAG S.p.A. (Италия)	1,31	1,2	11,1	976	100	0	- 60	
ЭПДМ Resitrix фирма «PHOENIX AG» (Германия)	3,5	3,1	9,2	533	120	0,2	- 60	

Дюбельный комплект ТАРЕЛЬЧАТОГО ТИПА				
Тип дюбеля	Наименование показателя			
	Фирма-изготовитель	нар., мм	Глубина заделки, мм	Расчетное вырывающее усилие, кгс
Комплект Д1 В3-1 Ш Ст. 5,5-L-1	Бийский завод стеклопластиков ТУ 2296-001- 20994511-00	8	45	30*
Анкер IDP	HILTI (Хилти) тел.: (095) 792-52- 52	8	50 – 30	20 ... 50*
Анкер IZ	HILTI (Хилти) тел.: (095) 792-52- 52	8	60 – 40	66 ... 103*

* В бетоне $B \geq 15$, кладке из полнотелого керамического кирпича. В кладке из дырчатого кирпича или легкого бетона расчетное усилие уменьшается на половину.

ИЗДАТЕЛЬ: компания "ПЕНОПЛАКС СПБ"

Все права защищены.

Перепечатка возможна только с письменного согласия издателя.

21 сентября 2005 года.

ПЕНОПЛЭКС

ООО «Пеноплэкс СПб»
191014, Санкт-Петербург, ул. Маяковского, 31/1
Тел.: (812) 329-5411 Факс: (812) 329-5421
penoplex@kinex.ru

Московское представительство ООО «Пеноплэкс СПб»
121069, Москва, Мерляковский пер., 18, строение 2
Тел./факс: (095) 202-2347, 202-2336, 363-4348

www.penoplex.ru