

**ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ  
“УНИВЕРСАЛСТРОЙ”**

**Свидетельство № 3053 от 20 апреля 2017 г.**

**Строительство многоквартирного жилого здания, расположенного по  
адресу г. Луза ул. Рабочая, д. 39**

***ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ***

**Раздел 4. Конструктивные и объемно-планировочные решения**

**Расчеты**

**УС-18-003-КР.Р**

**Том 4.1**

**2018**

**ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ  
“УНИВЕРСАЛСТРОЙ”**

**Свидетельство № 3053 от 20 апреля 2017 г.**

**Строительство многоквартирного жилого здания, расположенного по  
адресу г. Луза ул. Рабочая, д. 39**

***ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ***

**Раздел 4. Конструктивные и объемно-планировочные решения**

**Расчеты**

**УС-18-003-КР.Р**

**Том 4.1**

**Технический директор**

\_\_\_\_\_ **А. Н. Копосов**

**Главный инженер проекта**

\_\_\_\_\_ **И. А. Черемискин**

**2018**

Инд. № подл.	
Подпись и дата	
Взам. инв. №	





Расчет сваи 4м по результатам статического зондирования (по результатам 6 испытаний).

### Испытание 1

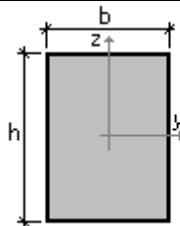
## Статическое зондирование

Расчет выполнен по СНиП 2.02.03-85

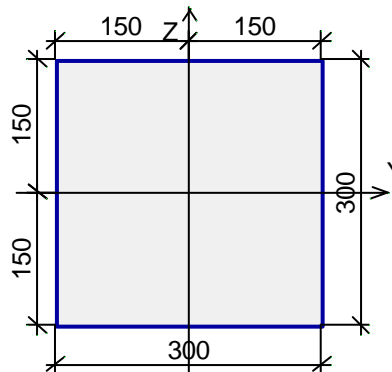
Коэффициент условий работы сваи в грунте  $\gamma_c = 1$

Глубина погружения нижнего конца натурной сваи 3,6 м

#### Сечение



$b = 300 \text{ мм}$   
 $h = 300 \text{ мм}$



#### Данные о результатах испытаний

##### Испытание № 1

Среднее значение сопротивления грунта под наконечником зонда на участке, расположенном в пределах одного диаметра выше и четырех диаметров ниже отметки острия проектируемой сваи 626,9 Т/м<sup>2</sup>

##### Грунты

	Толщина	Тип грунта	Среднее значение предельного сопротивления грунта по боковой поверхности сваи
	м		Т/м <sup>2</sup>
1	3,6	песчаный	2,2

#### Результаты расчета

Несущая способность свай по результатам испытаний $F_d$	4	41,09	Т
---	---	-------	---

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Лист

УС-18-003-КР.Р.ТЧ

Изм. Кол.уч Лист № док. Подпись Дата

## Испытание 2

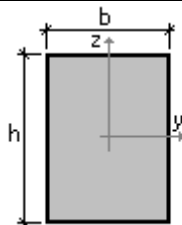
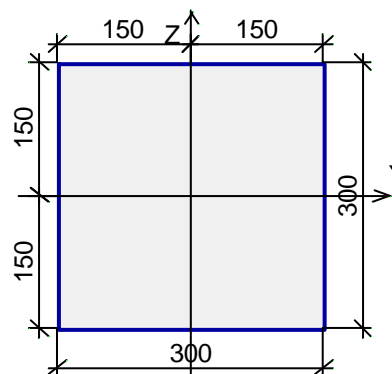
## Статическое зондирование

Расчет выполнен по СНиП 2.02.03-85

Коэффициент условий работы сваи в грунте  $\gamma_c = 1$ 

Глубина погружения нижнего конца натурной сваи 3,6 м

## Сечение

 $b = 300 \text{ мм}$  $h = 300 \text{ мм}$ 

## Данные о результатах испытаний

## Испытание № 1

Среднее значение сопротивления грунта под наконечником зонда на участке, расположенном в пределах одного диаметра выше и четырех диаметров ниже отметки острия проектируемой сваи 537,2 Т/м<sup>2</sup>

## Грунты

	Толщина	Тип грунта	Среднее значение предельного сопротивления грунта по боковой поверхности сваи
	м		Т/м <sup>2</sup>
1	3,6	песчаный	3,6

## Результаты расчета

Несущая способность свай по результатам испытаний $F_d$	2	40,78	Т
---	---	-------	---

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подпись	Дата

УС-18-003-КР.Р.ТЧ

Лист

## Испытание 3

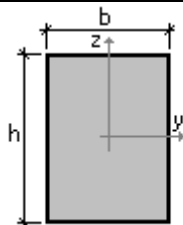
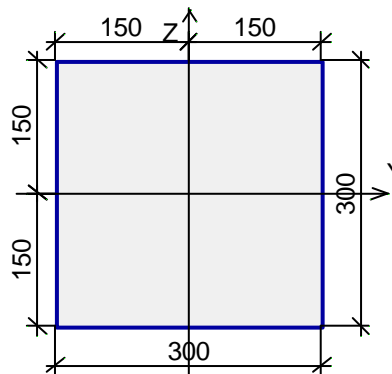
## Статическое зондирование

Расчет выполнен по СНиП 2.02.03-85

Коэффициент условий работы сваи в грунте  $\gamma_c = 1$ 

Глубина погружения нижнего конца натурной сваи 3,6 м

## Сечение

 $b = 300 \text{ мм}$  $h = 300 \text{ мм}$ 

## Данные о результатах испытаний

## Испытание № 1

Среднее значение сопротивления грунта под наконечником зонда на участке, расположенном в пределах одного диаметра выше и четырех диаметров ниже отметки острия проектируемой сваи 704,3 Т/м<sup>2</sup>

## Грунты

	Толщина	Тип грунта	Среднее значение предельного сопротивления грунта по боковой поверхности сваи
	м		Т/м <sup>2</sup>
1	3,6	песчаный	2,6

## Результаты расчета

Несущая способность свай по результатам испытаний $F_d$	1	44,32	Т
---	---	-------	---

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подпись	Дата

УС-18-003-КР.Р.ТЧ

Лист

## Испытание 4

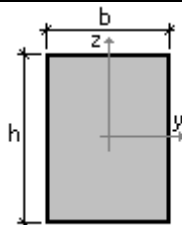
## Статическое зондирование

Расчет выполнен по СНиП 2.02.03-85

Коэффициент условий работы сваи в грунте  $\gamma_c = 1$ 

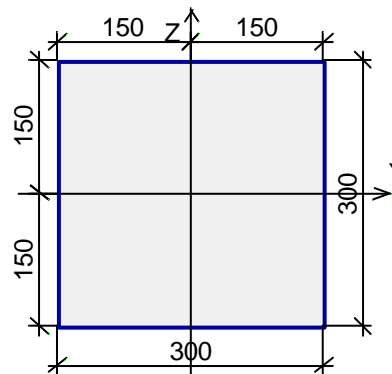
Глубина погружения нижнего конца натурной сваи 3,6 м

## Сечение



$$b = 300 \text{ мм}$$

$$h = 300 \text{ мм}$$



## Данные о результатах испытаний

## Испытание № 1

Среднее значение сопротивления грунта под наконечником зонда на участке, расположенном в пределах одного диаметра выше и четырех диаметров ниже отметки острия проектируемой сваи 612,6 Т/м<sup>2</sup>

## Грунты

	Толщина	Тип грунта	Среднее значение предельного сопротивления грунта по боковой поверхности сваи
	м		Т/м <sup>2</sup>
1	3,6	песчаный	2,4

## Результаты расчета

Несущая способность свай по результатам испытаний $F_d$	1	41,11	Т
---	---	-------	---

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подпись	Дата

УС-18-003-КР.Р.ТЧ

Лист



## Испытание 5

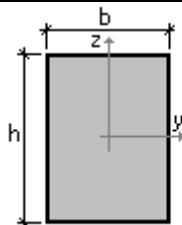
## Статическое зондирование

Расчет выполнен по СНиП 2.02.03-85

Коэффициент условий работы сваи в грунте  $\gamma_c = 1$ 

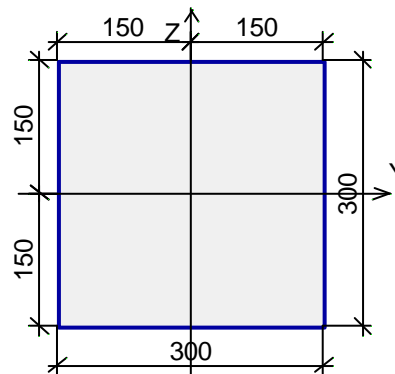
Глубина погружения нижнего конца натурной сваи 3,6 м

## Сечение



$$b = 300 \text{ мм}$$

$$h = 300 \text{ мм}$$



## Данные о результатах испытаний

## Испытание № 1

Среднее значение сопротивления грунта под наконечником зонда на участке, расположенном в пределах одного диаметра выше и четырех диаметров ниже отметки острия проектируемой сваи 566,7 Т/м<sup>2</sup>

## Грунты

	Толщина	Тип грунта	Среднее значение предельного сопротивления грунта по боковой поверхности сваи
	м		Т/м <sup>2</sup>
1	3,6	песчаный	3

## Результаты расчета

Несущая способность свай по результатам испытаний $F_d$	4	40,81	Т
---	---	-------	---

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подпись	Дата

УС-18-003-КР.Р.ТЧ

Лист

## Испытание 6

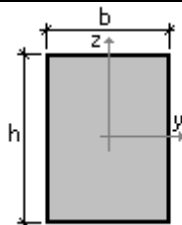
## Статическое зондирование

Расчет выполнен по СНиП 2.02.03-85

Коэффициент условий работы сваи в грунте  $\gamma_c = 1$ 

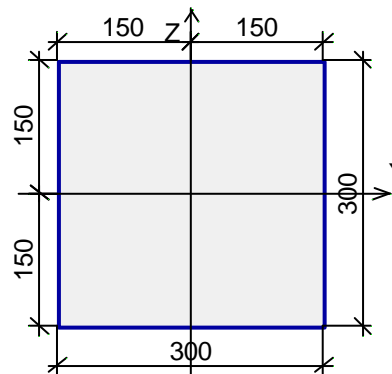
Глубина погружения нижнего конца натурной сваи 3,6 м

## Сечение



$$b = 300 \text{ мм}$$

$$h = 300 \text{ мм}$$



## Данные о результатах испытаний

## Испытание № 1

Среднее значение сопротивления грунта под наконечником зонда на участке, расположенном в пределах одного диаметра выше и четырех диаметров ниже отметки острия проектируемой сваи 600,4 Т/м<sup>2</sup>

## Грунты

	Толщина	Тип грунта	Среднее значение предельного сопротивления грунта по боковой поверхности сваи
	м		Т/м <sup>2</sup>
1	3,6	песчаный	3,2

## Результаты расчета

Несущая способность свай по результатам испытаний $F_d$	42,38	Т
	7	

Средняя несущая способность  $F_d = (41.1 + 40.8 + 44.3 + 41.1 + 40.8 + 42.4) / 6 = 41.74 \text{ т}$

Среднестатистическое отклонение 1.38

Коэффициент вариации  $V = 1.38 / 41.75 = 0,033$

Несущая способность  $F_d = ((41.1 + 40.8 + 44.3 + 41.1 + 40.8 + 42.4) / 6) * (1 + 0.033) = 40.41 \text{ т}$

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

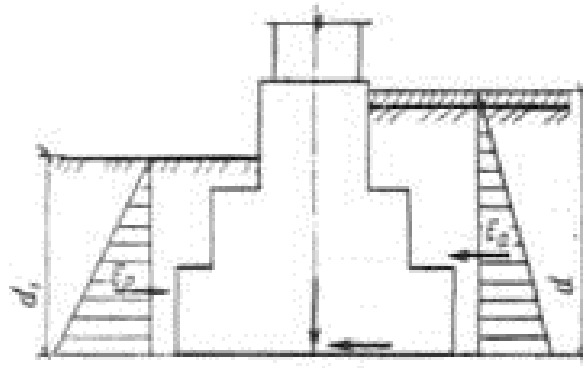
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подпись	Дата

УС-18-003-КР.Р.ТЧ

Лист

## Расчет сдвигающего усилия ростверка с учетом пассивного и активного давления грунта.

### Расчетная схема.



Определяем величины равнодействующих активного  $E_a$  и пассивного  $E_p$  давлений, пользуясь нормативными указаниями по проектированию подпорных стен, судоходных шлюзов, рыбопропускных и рыбозащитных сооружений.

Исходные данные

$$d_1 = 0,35 \text{ м}$$

$$d = 1,0 \text{ м}$$

Для грунтов обратной засыпки принимаем

$$\gamma'_1 = 0,95 \cdot \gamma_1 = 0,95 \cdot 1,7 = 1,61 \text{ т/м}^3;$$

$$c'_1 = 0,5 \quad c_1 = 0,5 \cdot 4 = 2 \text{ кПа (0,02 кг/см}^2\text{)};$$

$$\varphi'_1 = 0,9 \quad \varphi_1 = 0,9 \cdot 22 = 20^\circ.$$

Активное давление

$$E_a = 0,5 (\gamma'_1 d \lambda_a - 2c'_1 \sqrt{\lambda_a}) (d - d_c);$$

Пассивное давление

$$E_p = 0,5 \gamma'_1 d_1 \lambda_p + c'_1 d_1 (\lambda_p - 1) / \text{tg } \varphi'_1,$$

$$\text{где } \lambda_a = \text{tg}^2 (45^\circ - \varphi'_1/2);$$

$$\lambda_p = \text{tg}^2 (45^\circ + \varphi_1/2);$$

$$d_c = 2c'_1 \sqrt{\lambda_a} / (\gamma'_1 \lambda_a).$$

$$\lambda_a = \text{tg}^2 (45^\circ - 20^\circ/2) = 0,49;$$

$$\lambda_p = \text{tg}^2 (45^\circ + 20^\circ/2) = 2,04;$$

$$d_c = 2 \cdot 2 \cdot \sqrt{0,49} / (1,61 \cdot 0,49) = 0,35 \text{ м};$$

$$E_a = 0,5 ((1,61 \cdot 1,0 + 1) 0,49 - 2 \cdot 0,2 \cdot 0,49^{0,5}) (1,0 - 0,35) = 0,32 \text{ т};$$

$$E_p = 0,5 \cdot 1,61 \cdot 0,35 \cdot 2,04 + 0,2 (2,04 - 1) / \text{tg } 20^\circ = 1,13 \text{ т}.$$

Вывод: сдвигающие силы  $\Sigma F_{s,a}$  не превышают удерживающих сил  $\Sigma F_{s,r}$

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подпись	Дата

УС-18-003-КР.Р.ТЧ

Лист

### Сопротивление паропрооницанию. 3 слоя

Информация о расчете:

Дата выполнения расчета: 19.06.2018 19:21:16;

Исходные данные:

Климатические данные:

(Республика Коми; Объячево):

- Средняя температура наиболее холодной пятидневки с обеспеченностью 0,92  $t_{н, 5} = -34$  °С;

- Продолжительность отопительного периода для периода со средней суточной температурой воздуха не более 8 °С  $t_{от, 8} = 239$  сут;

- Средняя температура наружного воздуха для периода со средней суточной температурой воздуха не более 8 °С  $t_{от, 8} = -5,3$  °С;

- Продолжительность отопительного периода со средней суточной температурой воздуха не более 10°С  $t_{от, 10} = 259$  сут;

- Средняя температура наружного воздуха для периода со средней суточной температурой воздуха не более 10°С  $t_{от, 10} = -4,2$  °С;

Теплотехнические показатели слоя 3:

(Зона влажности - Нормальная; Условия эксплуатации - Б; Теплотехнические показатели - Раствор сложный (песок, известь, цемент); плотностью 1700 кг/м<sup>3</sup>; Вид материала слоя 3 - бетоны и растворы):

- Плотность материала в сухом состоянии слоя 3  $\rho_{03} = 1700$  кг/м<sup>3</sup>;

- Расчетный коэффициент теплопроводности слоя 3  $\lambda_3 = 0,87$  Вт/(м °С);

- Расчетный коэффициент теплоусвоения слоя 3  $s_3 = 10,42$  Вт/(кв.м · °С);

- Расчетный коэффициент паропрооницаемости слоя 3  $m_3 = 0,098$  мг/(м ч Па);

Теплотехнические показатели слоя 2:

(Зона влажности - Нормальная; Условия эксплуатации - Б; Теплотехнические показатели - Экструдированный пенополистирол; плотностью 35 кг/м<sup>3</sup>; Вид материала слоя 2 - полимерные теплоизоляционные материалы):

- Плотность материала в сухом состоянии слоя 2  $\rho_{02} = 35$  кг/м<sup>3</sup>;

- Расчетный коэффициент теплопроводности слоя 2  $\lambda_2 = 0,032$  Вт/(м °С);

- Расчетный коэффициент теплоусвоения слоя 2  $s_2 = 0,36$  Вт/(кв.м · °С);

- Расчетный коэффициент паропрооницаемости слоя 2  $m_2 = 0,005$  мг/(м ч Па);

Теплотехнические показатели слоя 1:

(Зона влажности - Нормальная; Условия эксплуатации - Б; Теплотехнические показатели - Железобетон; плотностью 2500 кг/м<sup>3</sup>; Вид материала слоя 1 - бетоны и растворы):

- Плотность материала в сухом состоянии слоя 1  $\rho_{01} = 2500$  кг/м<sup>3</sup>;

- Расчетный коэффициент теплопроводности слоя 1  $\lambda_1 = 2,04$  Вт/(м °С);

- Расчетный коэффициент теплоусвоения слоя 1  $s_1 = 18,95$  Вт/(кв.м · °С);

- Расчетный коэффициент паропрооницаемости слоя 1  $m_1 = 0,03$  мг/(м ч Па);

Толщины слоев многослойных конструкций:

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подпись	Дата

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подпись	Дата	УС-18-003-КР.Р.ТЧ	Лист

- Толщина 1-го слоя  $d_1 = 22 \text{ см} = 22 / 100 = 0,22 \text{ м}$ ;

- Толщина 2-го слоя  $d_2 = 15 \text{ см} = 15 / 100 = 0,15 \text{ м}$ ;

- Толщина 3-го слоя  $d_3 = 4 \text{ см} = 4 / 100 = 0,04 \text{ м}$ ;

Воздух внутри помещения:

- Относительная влажность воздуха внутри помещения  $f_B = 55 \%$ ;

- Расчетная температура внутреннего воздуха  $t_B = 21 \text{ }^\circ\text{C}$ ;

Результаты расчета:

1) Сопротивление паропрооницанию

Расчетная температура наружного воздуха в холодный период:

$$t_H = t_{H,5} = -34 \text{ }^\circ\text{C} .$$

$$t = t_B = 21 \text{ }^\circ\text{C} .$$

Парциальное давление насыщенного водяного пара:

$$E = 1,84 \cdot 10^{11} \exp(-5330/(273+t)) =$$

$$= 1,84 \cdot 10^{11} \cdot \exp(-5330/(273+21)) = 2462,54315 \text{ Па (формула (8.8); п. 8.6) .}$$

Парциальное давление насыщенного водяного пара при температуре внутреннего воздуха помещения:

$$E_B = E = 2462,543 \text{ Па} .$$

Парциальное давление водяного пара внутреннего воздуха:

$$e_B = (f_B/100) E_B = (55/100) \cdot 2462,543 = 1354,39865 \text{ Па (формула (8.3); п. 8.1) .}$$

В соответствии с примечанием к п. 8.1 при определении парциального давления  $E_3$  для летнего периода парциальное давление водяного пара внутреннего воздуха в плоскости возможной конденсации следует принимать не ниже среднего парциального давления водяного пара наружного воздуха за этот период.

$$e_B = 1354,399 \text{ Па} \quad t_{e_{H3}} = 1054 \text{ Па (128,50085\% от предельного значения) - условие выполнено .}$$

2) Определение общего сопротивления паропрооницанию ограждающей конструкции

Конструкция - многослойная.

Количество слоев - 3.

Общее сопротивление паропрооницанию ограждающей конструкции:

$$R_{п,о} = d_1/m_1 + d_2/m_2 + d_3/m_3 =$$

$$= 0,22/0,03 + 0,15/0,005 + 0,04/0,098 = 37,7415 \text{ м}^2 \text{ ч Па/мг (формула (8.9); п. 8.7) .}$$

Тип конструкций - перекрытия над холодными подпольями и подвалами.

Внутренняя поверхность ограждающих конструкций - полы.

Коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности принимается по табл. 4  $a_B = 8,7 \text{ Вт/(м}^2 \text{ }^\circ\text{C)}$  .

Тип перекрытия - над неотапливаемыми техническими подпольями, расположенными ниже уровня земли .

Коэффициент теплоотдачи наружной поверхности принимается по табл. 6  $a_H = 6 \text{ Вт/(м}^2 \text{ }^\circ\text{C)}$  .

3) Определение термического сопротивления конструкции с последовательно расположенными слоями

Замкнутая воздушная прослойка - отсутствует.

4) Определение термического сопротивления для первого слоя

Толщина слоя:

$$d_s = d_1 = 0,22 \text{ м} .$$

Инд. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подпись	Дата

УС-18-003-КР.Р.ТЧ

Лист

Теплопроводность материала слоя:

$$l_s = l_1 = 2,04 \text{ Вт/(м } ^\circ\text{C)} .$$

Сопротивление теплопередаче слоя 1:

$$R_1 = d_s/l_s = 0,22/2,04 = 0,10784 \text{ (м } ^2\text{C)/Вт} .$$

5) Определение термического сопротивления для второго слоя

Толщина слоя:

$$d_s = d_2 = 0,15 \text{ м} .$$

Теплопроводность материала слоя:

$$l_s = l_2 = 0,032 \text{ Вт/(м } ^\circ\text{C)} .$$

Сопротивление теплопередаче слоя 2:

$$R_2 = d_s/l_s = 0,15/0,032 = 4,6875 \text{ (м } ^2\text{C)/Вт} .$$

6) Определение термического сопротивления для третьего слоя

Толщина слоя:

$$d_s = d_3 = 0,04 \text{ м} .$$

Теплопроводность материала слоя:

$$l_s = l_3 = 0,87 \text{ Вт/(м } ^\circ\text{C)} .$$

Сопротивление теплопередаче слоя 3:

$$R_3 = d_s/l_s = 0,04/0,87 = 0,04598 \text{ (м } ^2\text{C)/Вт} .$$

7) Продолжение расчета по Е.2 прил. Е СП 50.13330.2012

Сумма термических сопротивлений слоев конструкции, расположенных между ее внутренней поверхностью и плоскостью возможной конденсации:

$$SR = R_1+R_2+R_3 = 0,10784+4,6875+0,04598 = 4,84132 \text{ (м } ^2\text{C)/Вт} .$$

8) Продолжение расчета по Е.2 прил. Е СП 50.13330.2012

Воздушная прослойка, вентилируемая наружным воздухом - отсутствует.

Осредненное по площади условное сопротивление теплопередаче фрагмента теплозащитной оболочки здания:

$$R_{\text{усл}_O} = 1/a_B+SR+1/a_H = 1/8,7+4,84132+1/6 = 5,12293 \text{ (м } ^2 \text{ } ^\circ\text{C)/Вт} .$$

Конструкция - однородная.

Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции:

$$R_{\text{пр}_O} = R_{\text{усл}_O} = 5,12293 \text{ (м } ^2 \text{ } ^\circ\text{C)/Вт} .$$

9) Продолжение расчета по п. 8.1 СП 50.13330.2012

Т.к.  $R_2 = 4,6875 \text{ (м } ^2 \text{ } ^\circ\text{C)/Вт} > 2/3 R_{\text{усл}_O} = 2/3 \cdot 5,12293 = 3,41529 \text{ (м } ^2 \text{ } ^\circ\text{C)/Вт} :$

Слой теплоизоляционный.

Листовые или тонкие слои пароизоляции с наружной стороны - отсутствуют.

Сопротивление теплопередаче части многослойной ограждающей конструкции от внутренней поверхности до плоскости, отстоящей от внутренней поверхности на расстоянии x:

$$R_x = 1/a_B = 1/8,7 = 0,11494 \text{ (м } ^2 \text{ } ^\circ\text{C)/Вт} .$$

Условная высота:

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подпись	Дата

$x_0 = 0 \text{ м} .$

Температура внутреннего слоя ограждающей конструкции:

$t_{01} = t_{в} - (t_{в} - t_{н}) / R_{усл_0} R_x =$   
 $= 21 - (21 - (-34)) / 5,12293 \cdot 0,11494 = 19,766 \text{ }^\circ\text{C}$  (формула (8.10); п. 8.8 ).

Сопротивление теплопередаче части многослойной ограждающей конструкции от внутренней поверхности до плоскости, отстоящей от внутренней поверхности на расстоянии  $x$ :

$R_x = 1/a_{в} + d_1/l_1 =$   
 $= 1/8,7 + 0,22/2,04 = 0,22279 \text{ (м}^2 \text{ }^\circ\text{C)/Вт}$  (формула (8.11); п. 8.8 ).

Координата слоя 1 (расстояние от внутренней поверхности до границы слоя с наружной стороны):

$x_1 = d_1 = 0,22 \text{ м} .$

Температура ограждающей конструкции в плоскости, находящейся на границе 1 и 2 слоев :

$t_{12} = t_{в} - (t_{в} - t_{н}) / R_{усл_0} R_x =$   
 $= 21 - (21 - (-34)) / 5,12293 \cdot 0,22279 = 18,60812 \text{ }^\circ\text{C}$  (формула (8.10); п. 8.8 ).

Сопротивление теплопередаче части многослойной ограждающей конструкции от внутренней поверхности до плоскости, отстоящей от внутренней поверхности на расстоянии  $x$ :

$R_x = 1/a_{в} + d_1/l_1 + d_2/l_2 =$   
 $= 1/8,7 + 0,22/2,04 + 0,15/0,032 = 4,91029 \text{ (м}^2 \text{ }^\circ\text{C)/Вт}$  (формула (8.11); п. 8.8 ).

Координата слоя 2 (расстояние от внутренней поверхности до границы слоя с наружной стороны):

$x_2 = d_1 + d_2 = 0,22 + 0,15 = 0,37 \text{ м} .$

Температура ограждающей конструкции в плоскости, находящейся на границе 2 и 3 слоев :

$t_{23} = t_{в} - (t_{в} - t_{н}) / R_{усл_0} R_x =$   
 $= 21 - (21 - (-34)) / 5,12293 \cdot 4,91029 = -31,71709 \text{ }^\circ\text{C}$  (формула (8.10); п. 8.8 ).

Сопротивление теплопередаче части многослойной ограждающей конструкции от внутренней поверхности до плоскости, отстоящей от внутренней поверхности на расстоянии  $x$ :

$R_x = 1/a_{в} + d_1/l_1 + d_2/l_2 + d_3/l_3 =$   
 $= 1/8,7 + 0,22/2,04 + 0,15/0,032 + 0,04/0,87 = 4,95626 \text{ (м}^2 \text{ }^\circ\text{C)/Вт}$  (формула (8.11); п. 8.8 ).

Координата слоя 3 (расстояние от внутренней поверхности до границы слоя с наружной стороны):

$x_3 = d_1 + d_2 + d_3 = 0,22 + 0,15 + 0,04 = 0,41 \text{ м} .$

Температура наружного слоя ограждающей конструкции:

$t_{н} = t_{в} - (t_{в} - t_{н}) / R_{усл_0} R_x =$   
 $= 21 - (21 - (-34)) / 5,12293 \cdot 4,95626 = -32,21062 \text{ }^\circ\text{C}$  (формула (8.10); п. 8.8 ).

Комплекс, характеризующий температуру в плоскости максимального увлажнения:

$f[t_{му}] = 5330 R_{п, о} (t_{в} - t_{н, отп}) / (R_{усл_0} (e_{в} - e_{н, отп})) (m_1) / (l_1) =$   
 $= 5330 \cdot 37,7415 \cdot (21 - (-5,5)) / (5,12293 \cdot (1354,399 - 365)) \cdot (0,03) / (2,04) = 15,46655$  (формула (8.7); п. 8.5 ).

Температура в плоскости максимального увлажнения слоя 1 принимается по табл. 11 в зависимости от

$f[t_{му}]$

$t_{му1} = 18 \text{ }^\circ\text{C} .$

10) Продолжение расчета по п. 8.5 СП 50.13330.2012

Комплекс, характеризующий температуру в плоскости максимального увлажнения:

Инд. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подпись	Дата	УС-18-003-КР.Р.ТЧ	Лист

$$f[t_{\text{му}}] = 5330 R_{\text{п, о}} (t_{\text{в}} - t_{\text{н}}, \text{отр}) / (R_{\text{усл о}} (e_{\text{в}} - e_{\text{н}}, \text{отр})) (m_2) / (l_2) =$$

$$= 5330 \cdot 37,7415 \cdot (21 - (-5,5)) / (5,12293 \cdot (1354,399 - 365)) \cdot (0,005) / (0,032) = 164,33209 \text{ (формула (8.7); п. 8.5 )}.$$

Температура в плоскости максимального увлажнения слоя 2 принимается по табл. 11 в зависимости от

$f[t_{\text{му}}]$

$$t_{\text{му}2} = -4,69459 \text{ }^\circ\text{C}.$$

Т.к.  $t_{12} = 18,60812 \text{ }^\circ\text{C}$  и  $t_{\text{му}2} = -4,69459 \text{ }^\circ\text{C}$  и  $t_{\text{му}2} = -4,69459 \text{ }^\circ\text{C}$  и  $t_{23} = -31,71709 \text{ }^\circ\text{C}$  :

Координата плоскости максимального увлажнения слоя 2:

$$x_{\text{му}2} = x_1 + (x_2 - x_1) (t_{12} - t_{\text{му}2}) / (t_{12} - t_{23}) =$$

$$= 0,22 + (0,37 - 0,22) \cdot (18,60812 - (-4,69459)) / (18,60812 - (-31,71709)) = 0,28946 \text{ м}.$$

Номер 1 слоя максимального увлажнения:

$$n_{\text{сл, му}1} = i = 2.$$

#### 11) Продолжение расчета по п. 8.5 СП 50.13330.2012

Комплекс, характеризующий температуру в плоскости максимального увлажнения:

$$f[t_{\text{му}}] = 5330 R_{\text{п, о}} (t_{\text{в}} - t_{\text{н}}, \text{отр}) / (R_{\text{усл о}} (e_{\text{в}} - e_{\text{н}}, \text{отр})) (m_3) / (l_3) =$$

$$= 5330 \cdot 37,7415 \cdot (21 - (-5,5)) / (5,12293 \cdot (1354,399 - 365)) \cdot (0,098) / (0,87) = 118,47021 \text{ (формула (8.7); п. 8.5 )}.$$

Температура в плоскости максимального увлажнения слоя 3 принимается по табл. 11 в зависимости от

$f[t_{\text{му}}]$

$$t_{\text{му}3} = 0,32397 \text{ }^\circ\text{C}.$$

#### 12) Продолжение расчета по п. 8.5 СП 50.13330.2012

Координата плоскости максимального увлажнения (расстояние от внутренней поверхности до плоскости максимального увлажнения):

$$x_{\text{му}} = x_{\text{му}2} = 0,28946 \text{ м}.$$

Температура в плоскости максимального увлажнения:

$$t_{\text{му}} = t_{\text{му}2} = -4,69459 \text{ }^\circ\text{C}.$$

#### 13) Продолжение расчета по п. 8.1 СП 50.13330.2012

Расстояние от границы слоя до плоскости максимального увлажнения в этом слое:

$$x_{\text{му, сл}} = x_{\text{му}} - d_1 = 0,28946 - 0,22 = 0,06946 \text{ м}.$$

$$R_{\text{п, о}} = d_1 / m_1 + x_{\text{му, сл}} / m_2 = 0,22 / 0,03 + 0,06946 / 0,005 = 21,22533 \text{ м}^2 \text{ ч Па/мг}.$$

$$R_{\text{п, н}} = (d_2 - x_{\text{му, сл}}) / m_2 + d_3 / m_3 =$$

$$= (0,15 - 0,06946) / 0,005 + 0,04 / 0,098 = 16,51616 \text{ м}^2 \text{ ч Па/мг}.$$

Листовые или тонкие слои пароизоляции с внутренней стороны - отсутствуют.

Сопротивление теплопередаче части многослойной ограждающей конструкции от внутренней поверхности до плоскости максимального увлажнения:

$$R_{\text{му}} = 1 / a_{\text{в}} + d_1 / l_1 + x_{\text{му, сл}} / l_2 =$$

$$= 1 / 8,7 + 0,22 / 2,04 + 0,06946 / 0,032 = 2,39341 \text{ (м}^2 \text{ }^\circ\text{C) / Вт (формула (8.11); п. 8.8 )}.$$

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

УС-18-003-КР.Р.ТЧ

Лист

Изм. Кол.уч Лист № док. Подпись Дата



14) Продолжение расчета по п. 8.1 СП 50.13330.2012

Расчетная температура наружного воздуха:

$$t_H = t_1 = -6,83 \text{ }^\circ\text{C} .$$

$$t = t_B - (t_B - t_H) / R_{\text{УСЛ}} \cdot R_{\text{МУ}} =$$

$$= 21 - (21 - (-6,83)) / 5,12293 \cdot 2,39341 = 7,99795 \text{ }^\circ\text{C} \text{ (формула (8.10); п. 8.1 )} .$$

Парциальное давление насыщенного водяного пара:

$$E = 1,84 \cdot 10^{11} \cdot \exp(-5330 / (273 + t)) =$$

$$= 1,84 \cdot 10^{11} \cdot \exp(-5330 / (273 + 7,99795)) = 1064,32033 \text{ Па (формула (8.8); п. 8.6 )} .$$

15) Продолжение расчета по п. 8.1 СП 50.13330.2012

Парциальное давление насыщенного водяного пара в плоскости максимального увлажнения зимнего периода :

$$E_1 = E = 1064,32 \text{ Па} .$$

Расчетная температура наружного воздуха:

$$t_H = t_2 = -1,2 \text{ }^\circ\text{C} .$$

$$t = t_B - (t_B - t_H) / R_{\text{УСЛ}} \cdot R_{\text{МУ}} =$$

$$= 21 - (21 - (-1,2)) / 5,12293 \cdot 2,39341 = 10,62826 \text{ }^\circ\text{C} \text{ (формула (8.10); п. 8.1 )} .$$

Парциальное давление насыщенного водяного пара:

$$E = 1,84 \cdot 10^{11} \cdot \exp(-5330 / (273 + t)) =$$

$$= 1,84 \cdot 10^{11} \cdot \exp(-5330 / (273 + 10,62826)) = 1269,0172 \text{ Па (формула (8.8); п. 8.6 )} .$$

16) Продолжение расчета по п. 8.1 СП 50.13330.2012

Парциальное давление насыщенного водяного пара в плоскости максимального увлажнения весенне-осеннего периода:

$$E_2 = E = 1269,017 \text{ Па} .$$

Расчетная температура наружного воздуха:

$$t_H = t_3 = 12,59 \text{ }^\circ\text{C} .$$

$$t = t_B - (t_B - t_H) / R_{\text{УСЛ}} \cdot R_{\text{МУ}} =$$

$$= 21 - (21 - 12,59) / 5,12293 \cdot 2,39341 = 17,07089 \text{ }^\circ\text{C} \text{ (формула (8.10); п. 8.1 )} .$$

В соответствии с примечанием к п. 8.1 для летнего периода температуру в плоскости возможной конденсации следует принимать не ниже средней температуры наружного воздуха летнего периода.

$$t = 17,07089 \text{ }^\circ\text{C} \text{ } t_3 = 12,59 \text{ }^\circ\text{C} \text{ (135,59087\% от предельного значения) - условие выполнено} .$$

Парциальное давление насыщенного водяного пара:

$$E = 1,84 \cdot 10^{11} \cdot \exp(-5330 / (273 + t)) =$$

$$= 1,84 \cdot 10^{11} \cdot \exp(-5330 / (273 + 17,07089)) = 1926,35124 \text{ Па (формула (8.8); п. 8.6 )} .$$

17) Продолжение расчета по п. 8.1 СП 50.13330.2012

Парциальное давление насыщенного водяного пара в плоскости максимального увлажнения летнего периода:

$$E_3 = E = 1926,351 \text{ Па} .$$

Расчетная температура наружного воздуха:

$$t_H = t_H, \text{отр} = -5,5 \text{ }^\circ\text{C} .$$

Инд. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подпись	Дата	УС-18-003-КР.Р.ТЧ	Лист

$$t = t_B - (t_B - t_H) / R_{Усл.0} R_{Му} =$$

$$= 21 - (21 - (-5,5)) / 5,12293 \cdot 2,39341 = 8,61932 \text{ } ^\circ\text{C} \text{ (формула (8.10); п. 8.1 )}.$$

Парциальное давление насыщенного водяного пара:

$$E = 1,84 \cdot 10^{11} \exp(-5330/(273+t)) =$$

$$= 1,84 \cdot 10^{11} \cdot \exp(-5330/(273+8,61932)) = 1109,80907 \text{ Па (формула (8.8); п. 8.6 )}.$$

18) Продолжение расчета по п. 8.1 СП 50.13330.2012

Парциальное давление насыщенного водяного пара в плоскости максимального увлажнения при средней температуре наружного воздуха периода месяцев с отрицательными среднемесячными температурами:

$$E_0 = E = 1109,809 \text{ Па}.$$

Парциальное давление насыщенного водяного пара в плоскости максимального увлажнения за годовой период эксплуатации:

$$E = (E_1 z_1 + E_2 z_2 + E_3 z_3) / 12 =$$

$$= (1064,32 \cdot 3 + 1269,017 \cdot 2 + 1926,351 \cdot 7) / 12 = 1601,28758 \text{ Па (формула (8.4); п. 8.1 )}.$$

Требуемое сопротивление паропроницанию из условия недопустимости накопления влаги в ограждающей конструкции за годовой период эксплуатации:

$$R_{TP1} = (e_B - E) R_{П, н} / (E - e_H) =$$

$$= (1354,399 - 1601,288) \cdot 16,51616 / (1601,288 - 770) = -4,90523 \text{ м}^2 \text{ ч Па/мг (формула (8.1); п. 8.1 )}.$$

Материал слоя 2 по табл. 10 - пенополистирол и пенополиуретан.

Предельно допустимое приращение расчетного массового отношения влаги в материале увлажняемого слоя за период влагонакопления  $z_0$ :

$$D_w = 25 \%.$$

Толщина увлажняемого слоя:

$$d_w = d_2 = 0,15 \text{ м}.$$

Плотность материала увлажняемого слоя:

$$r_w = r_{O2} = 35 \text{ кг/м}^3.$$

$$r_w d_w D_w = r_w d_w D_w = 35 \cdot 0,15 \cdot 25 = 131,25 \text{ кг/м}^2.$$

Коэффициент:

$$h = 0,0024 (E_0 - e_H, \text{отр}) z_0 / R_{П, н} =$$

$$= 0,0024 \cdot (1109,809 - 365) \cdot 135 / 16,51616 = 14,61103 \text{ (формула (8.5); п. 8.1 )}.$$

Требуемое сопротивление паропроницанию из условия ограничения влаги в ограждающей конструкции за период с отрицательными среднемесячными температурами наружного воздуха:

$$R_{TP2} = 0,0024 z_0 (e_B - E_0) / (r_w d_w D_w + h) =$$

$$= 0,0024 \cdot 135 \cdot (1354,399 - 1109,809) / (131,25 + 14,61103) = 0,54331 \text{ м}^2 \text{ ч Па/мг (формула (8.2); п. 8.1 )}.$$

$R_{П} = 21,22533 \text{ (м}^2 \text{ ч Па)/мг t max}(R_{TP1}; R_{TP2}) = \text{max}(-4,90523; 0,54331) = 0,54331 \text{ (м}^2 \text{ ч Па)/мг}$   
**(3906,67023% от предельного значения)** - условие выполнено.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

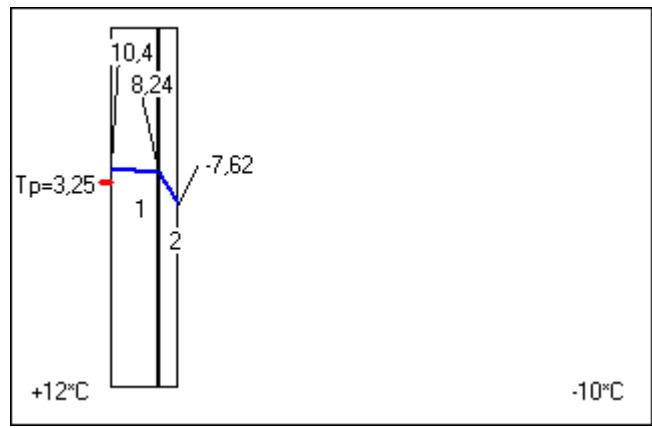
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подпись	Дата

УС-18-003-КР.Р.ТЧ

Лист

Объект

График распределения температуры в ограждении без учета коэффициента однородности



Состав ограждения

- 1. Кирпич глиняный на цементно-песчаном растворе 120 мм
- 2. Минераловатная плита ТЕХНО ВЕНТ 50 мм

Исходные данные

Температура "холодного" помещения -10 \*C

Тип здания или помещения - Жилое

Температура внутреннего воздуха помещения 12\*C

Влажность внутреннего воздуха помещения - 55%

Влажностный режим помещений - "Сухой"

Тип ограждающей конструкции - стены внутренние

Коэффициент теплопередачи конструкции ограждения  $n = 1$

Коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности  
наружного ограждения  $A_{int} = 8,7$

Коэффициент теплоотдачи наружной поверхности  
ограждающей конструкции  $A_{ext} = 6$

Коэффициент теплотехнической однородности конструкции  $r = 1$

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подпись	Дата

## Результаты расчета

- Температура точки росы при заданных параметрах внутреннего воздуха 3,25 °C
- Нормируемый перепад между температурами внутреннего воздуха и ограждающей конструкцией 4 °C
- Градусо-сутки отопительного периода - не определены
- Сопротивление теплопередаче конструкции  $R_o = 1,54 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$
- Приведенное сопротивление теплопередаче конструкции  $R_{пр} = 1,54 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$
- Нормируемое сопротивление теплопередаче по сан.гигиеническому показателю  $R_{req} = 0,632 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$

Выбранная конструкция ограждения удовлетворяет требованиям СНиП 23-02-2003

## Примечание.

Нормируемое сопротивление теплопередаче по энергосберегающему показателю для данного типа зданий вычислять не требуется (см. п. 5.4 СНиП 23-02-2003)

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подпись	Дата

УС-18-003-КР.Р.ТЧ

Лист

