

Теплосбережение в наших домах



*Работу выполнила
студентка второго курса
специальности СЭЗиС*

Шлякова Юлия

*Руководитель
преподаватель*

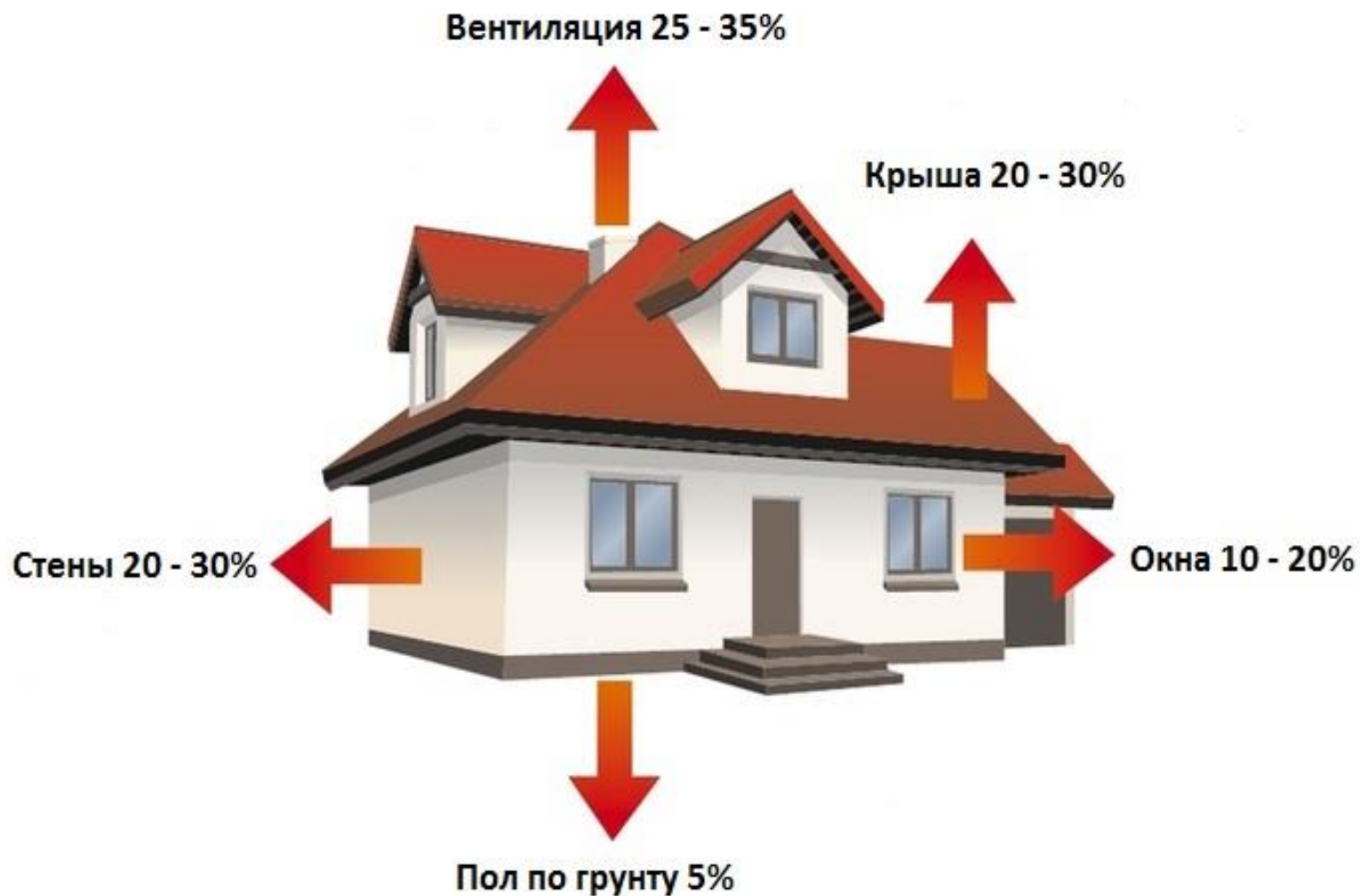
Шебанова Г.В.

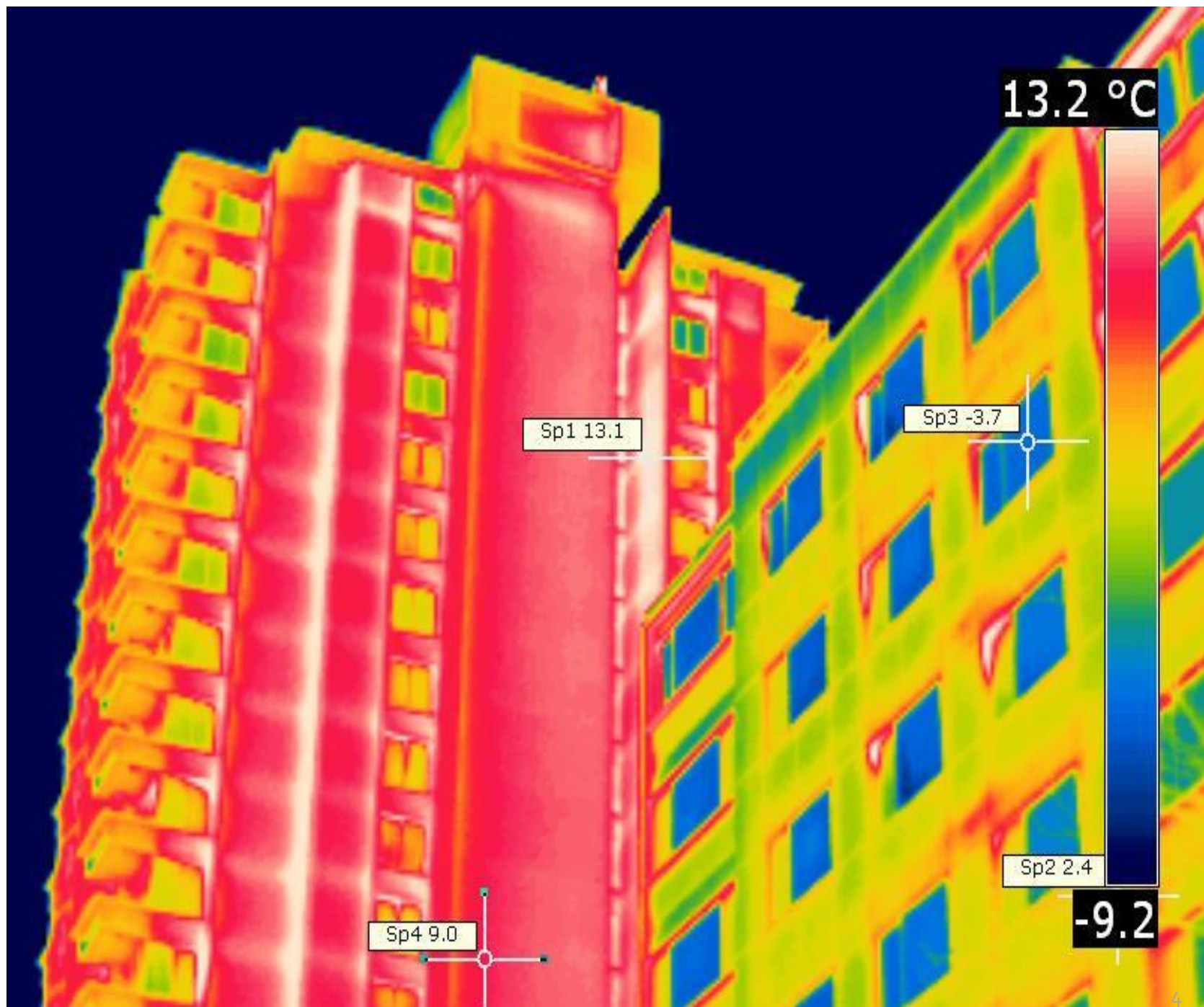
Теплосбережение – одна из самых важных задач, которая ставится перед строителями во время работ по строительству любого здания.

Постоянное увеличение тарифов на теплоэнергию побуждает строительные компании и граждан уделять внимание теплозащите здания.

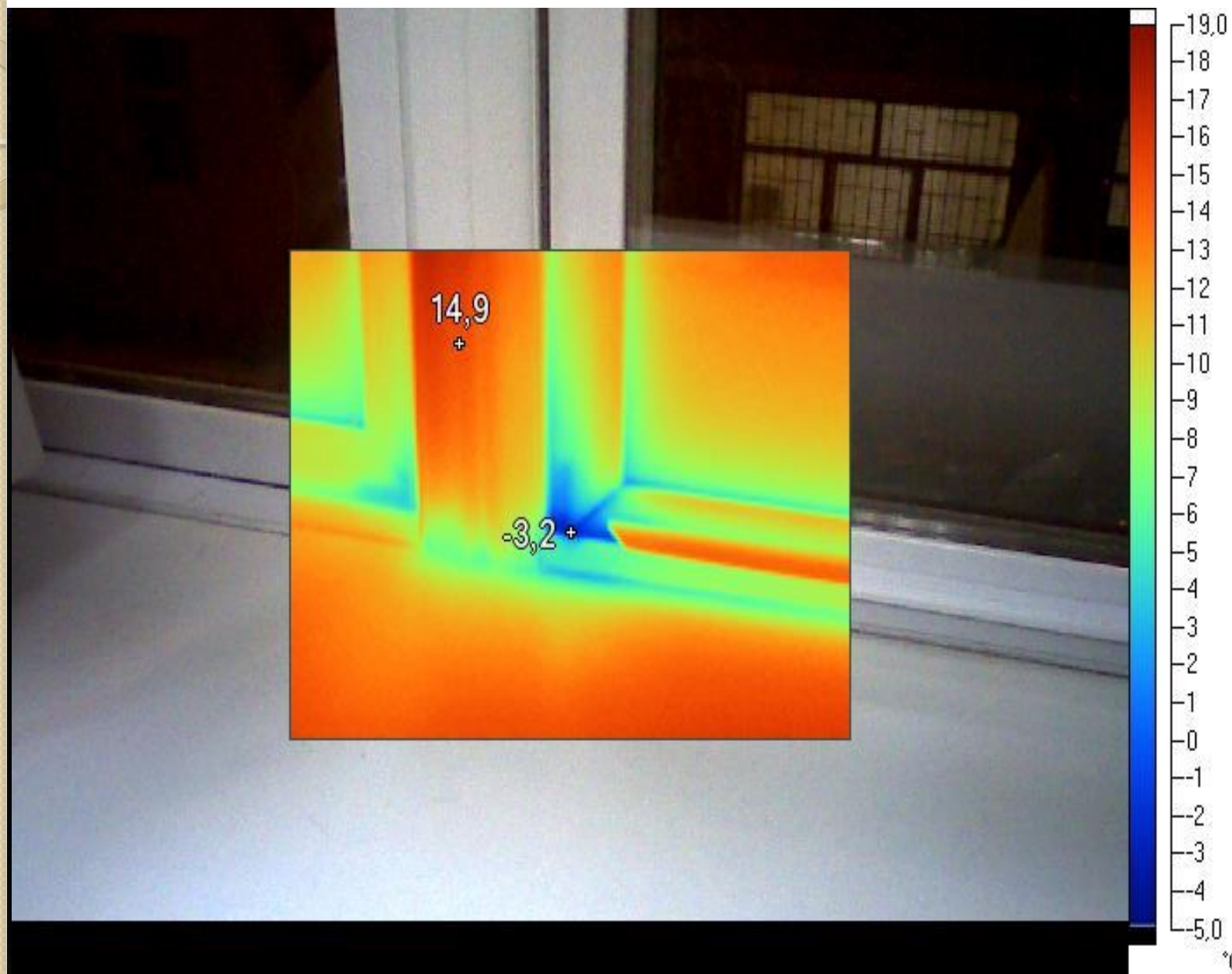


Теплопотери в домах





Мости холода





Улица

точка росы в
стене образует
постоянную влагу

-20°

-15°

0°

$+10^{\circ}$

$+13^{\circ}$

**потеря тепла
от 45%**

Комната

Нормативные сроки эксплуатации жилых домов массовой постройки

Тип дома	Время постройки	Срок эксплуатации	Сроки реконструкции	Время сноса (нормативный срок)
Сталинские довоенные	1930-40	125	1990-2005	2050-2070
Сталинские послевоенные	1945-55	150	2020-2030	2095-2105
«Хрущевки» панельные	1955-70	50	Сносят или снесли	2005-2020
Кирпичные пятиэтажки	1955-70	100	2015-2030	2055-2070
Панельные и блочные 9-16-ти этажные	1965-80	100	Реконструкция по строительным нормам не предусмотрена	2055-2080
Современные кирпичные и монолитные	1980-98	125-150	2050-2070	2105-2150
Современные панельные	1980-98	100-120	Реконструкция по строительным нормам не предусмотрена	2070-2105

Кирпичный дом



Панельный дом



- Выполнить теплотехнические расчеты для определения соответствия толщины наружных стен современным требованиям
- Определить теплопотери через наружные стены
- Выполнить теплотехнические расчеты для определения требуемой толщины утеплителя



До 1995г толщина наружной стены определялась из условий **комфортности** проживания. **Требуемое сопротивление теплопередачи наружной стены** рассчитывается по формуле:

$$R = \frac{n(t_B - t_H)}{\Delta t_H \alpha_B}$$

- **n** - коэффициент, принимаемый в зависимости от положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху
- **t_B** – расчетная температура внутреннего воздуха
- **t_H** - расчетная зимняя температура
- **Δt_H** – нормативный температурный перепад
- **α_B** – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности

В соответствии со СНиП II-A.7 -62

«Строительная теплотехника»

- $\alpha_B = 7.5 \text{ Вт/м}^2 \text{ С}$
- $\Delta t_H = 6 \text{ С}$
- $n=1$

$$\mathbf{R = \frac{n(t_B - t_H)}{\Delta t_H \alpha_B} = \frac{1(20+32)}{6 \times 7.5} = 1.155 \text{ м}^2 \text{ С/Вт}}$$

В соответствии со СНиП II-3-79

- $\alpha_B = 8.7 \text{ Вт/м}^2 \text{ С}$
- $\Delta t_H = 4 \text{ С}$
- $n=1$

$$\mathbf{R = \frac{n(t_B - t_H)}{\Delta t_H \alpha_B} = \frac{1(20+32)}{4 \times 8.7} = 0.996 \text{ м}^2 \text{ С/Вт}}$$

В соответствии с изменениями СНиП II-3-79* от 11 августа 1995г. толщина наружных стен определяется из условий **энергосбережений**

- **$\text{ГСОП} = (t_{\text{вн}} - t_{\text{от.пер}}) Z_{\text{от.пер}}$**

- Где в соответствии с ТСН 301-23-2000-ЯО «Теплозащита зданий»

- $t_{\text{вн}} = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$ – температура внутри помещений

- $t_{\text{от.пер}} = -4 \text{ }^{\circ}\text{C}$ – температура отопительного периода

- $Z_{\text{от.пер}} = 217 \text{ сут.}$ – продолжительность периода со средней суточной температурой воздуха $< - 8 \text{ }^{\circ}\text{C}$

- **$\text{ГСОП} = (t_{\text{вн}} - t_{\text{от.пер}}) Z_{\text{от.пер}} = (20 + 4) 217 = 5208 \text{ }^{\circ}\text{C сут.}$**

- В соответствии с табл.16 СНиП определяем сопротивление теплопередачи наружной стены методом интерполяции:

- | | |
|------|---|
| ГСОП | R , $\text{м}^2 \text{ }^{\circ}\text{C} / \text{Вт}$ |
|------|---|

- | | |
|------|-----|
| 4000 | 2.8 |
|------|-----|

- | | |
|------|-----|
| 6000 | 3.5 |
|------|-----|

- **$R = 2.8 + \frac{3.5 - 2.8}{6000 - 4000} (5208 - 4000) = 3.22 \text{ } \text{м}^2 \text{ }^{\circ}\text{C} / \text{Вт}$**

- **$R_{\text{min}} = 0.63 R = 0.63 \times 3.22 = 2.03 \text{ } \text{м}^2 \text{ }^{\circ}\text{C} / \text{Вт}$**

Из условия энергосбережений

$$2,03 < R < 3,22$$

В соответствии со СНиП II-A.7 -62

$$R=1.155 \text{ М}^2 \text{ С} \backslash \text{Вт} < 2,03$$

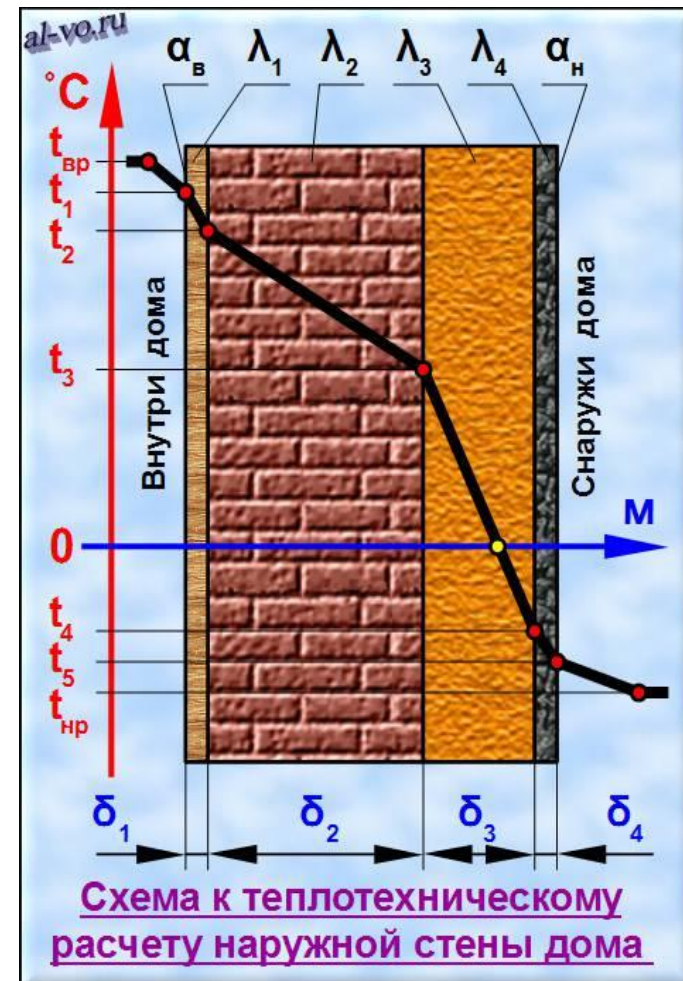
В соответствии со СНиП II – 3 – 79

$$R=0.996 \text{ М}^2 \text{ С} \backslash \text{Вт} < 2,03$$

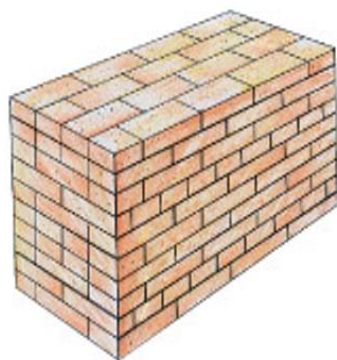
Фактическое сопротивление теплопередачи наружной стены

- $$R_{\phi} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + R_{\text{к}} + \frac{1}{\alpha_{\text{н}}}$$
- $\alpha_{\text{н}} = 23 \text{ Вт/м}^2\text{С}$ – коэффициент теплоотдачи (для зимних условий) наружной поверхности стены
- $\alpha_{\text{в}} = 8.7 \text{ Вт/м}^2\text{С}$ – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности стены
- $R_{\text{к}} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$
- $R_1, R_2, R_3, \dots, R_n$ – термические сопротивления отдельных слоев
- $R = \frac{\delta}{\lambda}$

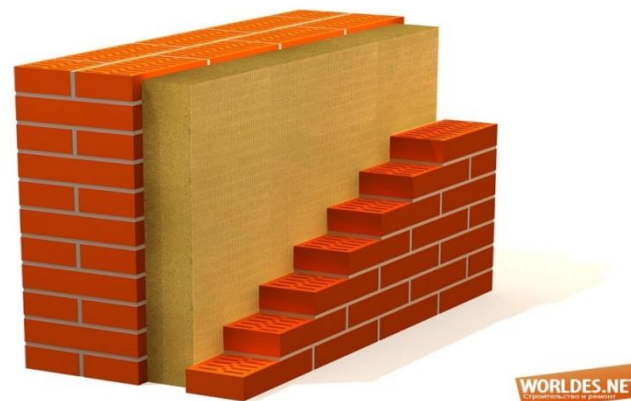
δ – толщина слоя, м
 λ – коэффициент теплопроводности материала слоя, Вт/м С



Конструкции стен для расчета



сплошная кладка



ОБЛЕГЧЕННАЯ КИРПИЧНАЯ КЛАДКА



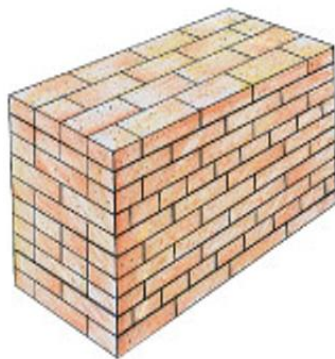
Трехслойные панели

Сплошная кирпичная кладка

Теплотехнические показатели

Материал слоя	δ , м	ρ , кг\м ³	λ , Вт\м С	R , м ² С\Вт
Кирпич силикатный	0.64	1500	0.81	0.7901
Штукатурный слой	0.02	1800	0.93	0.0215

$$R_{\phi} = \frac{1}{\alpha_{в}} + R_1 + R_2 + \frac{1}{\alpha_{п}} = \frac{1}{8.7} + 0.7901 + 0.0215 + \frac{1}{23} =$$
$$= \mathbf{0.970 \text{ м}^2 \text{ С\Вт}}$$



сплошная кладка

Облегченная кирпичная кладка

Теплотехнические показатели

Материал слоя	δ , м	ρ , кг\м ³	λ , Вт\м С	R , м ² С\Вт
Кирпич силикатный	0.37	1500	0.81	0.4568
Плиты минераловатные жесткие	0.120	200	0.08	1.5000
Штукатурный слой	0.02	1800	0.93	0.0215

$$R_{\phi} = \frac{1}{\alpha_{в}} + R_1 + R_2 + R_3 + \frac{1}{\alpha_{п}} = \frac{1}{8.7} + 0.4568 + 1.5000 + 0.0215 + \frac{1}{23} = 2.137 \text{ м}^2 \text{ С\Вт}$$



Трехслойные панели

Теплотехнические показатели

Материал слоя	$\delta, \text{м}$	$\rho, \text{кг/м}^3$	$\lambda, \text{Вт/м}^\circ\text{С}$	$R, \text{м}^2 \text{ }^\circ\text{С/Вт}$
Конструктивный бетон	0.22	2200	1.86	0.1183
Плиты минераловатные	0.13	300	0.09	1.4444
Штукатурный слой	0.02	1800	0.93	0.0215

$$R_{\phi} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + R_1 + R_2 + R_3 + \frac{1}{\alpha_{\text{н}}} = \frac{1}{8.7} + 0.1183 + 1.4444 + 0.0215 + \frac{1}{23} = 1.743 \text{ м}^2 \text{ }^\circ\text{С/Вт}$$



Выводы :

$$2.03 < R < 3.22 \text{ (м}^2 \text{ C\Вт)}$$

- Облегченная кладка

$$R_{\min} = 2.03 < 2.137 < R_{\max} = 3.22$$

- Сплошная кладка

$$R = 0.970 < R_{\min} = 2.03$$

- Трехслойные панели

$$R = 1.743 < R_{\min} = 2.03$$

Потери тепла через стену

$$W = \frac{t_1 - t_2}{R_{ст}} S$$

$t_1 = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ – температура внутри помещения

$t_2 = -32\text{ }^{\circ}\text{C}$ – температура снаружи

Потери тепла через 1 м^2 стены:

$$W = \frac{20 + 32}{3.22} \cdot 1 = 16.15 \text{ Вт}$$

- Сплошная кирпичная кладка

$$W = \frac{20 + 32}{0.970} \cdot 1 = 53.6 \text{ Вт}$$

- Облегченная кирпичная кладка

$$W = \frac{20 + 32}{2.137} \cdot 1 = 24.3 \text{ Вт}$$

- Трехслойная панель

$$W = \frac{20 + 32}{1.743} \cdot 1 = 29.8 \text{ Вт}$$











Больше не хотите
отапливать улицу?

ПОРА
УТЕПЛЯТЬ!



Экономия!

Виды утепления стен: Наружное



Внутреннее утепление стен



Теплоизоляционные материалы



Стекловолоконная вата



Минеральная вата



Пенопласт



Пенополистирол

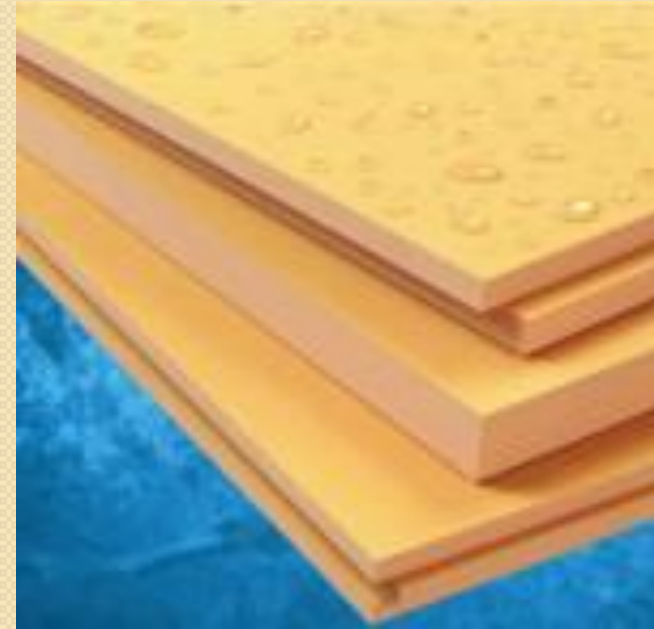
Наружное утепление



ПЕНОПОЛИСТИРОЛ

Свойства материала:

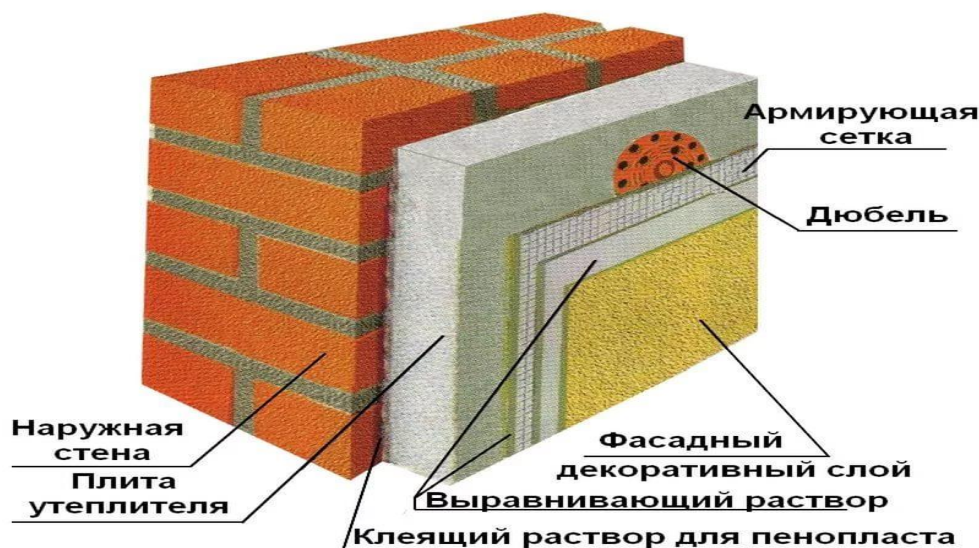
- Низкая теплопроводимость;
- Минимальная паропроницаемость и водопоглощение;
- Высокое сопротивление нагрузкам, как на разрыв, так и на сжатие;
- Простота монтажа и резки;
- Плиты имеют небольшой вес
- Слабая звукоизоляция



Сплошная кирпичная кладка

Теплотехнические показатели

Материал слоя	δ , м	ρ , кг\м ³	λ Вт\м С	R , м ² С/Вт
Декоративный слой	0.006	1800	0.93	0.0065
Выравнивающий слой с армирующей сеткой	0.005	1800	0.93	0.0054
Пенополистирол	?	40	0.05	?
Кирпич силикатный	0.64	1500	0.81	0.7901
Штукатурный слой	0.02	1800	0.93	0.0215



$$\delta = (R_{\text{тр}} - R_1 - R_2 - R_4 - R_5 - \frac{1}{\alpha_n} - \frac{1}{\alpha_B}) \lambda$$

$$\delta_{\text{max}} = (3.22 - 0.0065 - 0.0054 - 0.7901 - 0.215 - 0.115 - 0.0435) 0.05 = 0.103 \text{ м}$$

$$\delta_{\text{min}} = (2.03 - 0.0065 - 0.0054 - 0.7901 - 0.215 - 0.115 - 0.0435) 0.05 = 0.043 \text{ м}$$

$$4.3 \text{ см} < \delta < 10.3 \text{ см}$$

Принимаем $\delta = 10 \text{ см}$ $R = 0.1 / 0.05 = 2.0 \text{ м}^2 \text{ С} / \text{Вт}$

Сопротивление теплопередаче стены после утепления :

$$R_{\text{ст}} = 0.0065 + 0.0054 + 2.000 + 0.7901 + 0.215 + 0.115 + 0.0435 = 3.17 \text{ м}^2 \text{ С} / \text{Вт}$$

Теплопотери :

после утепления $W = \frac{t_1 - t_2}{R_{\text{ст}}} S = \frac{20 + 32}{3.17} 1 = 16.4 \text{ Вт}$

до утепления $W = 53.6 \text{ Вт}$

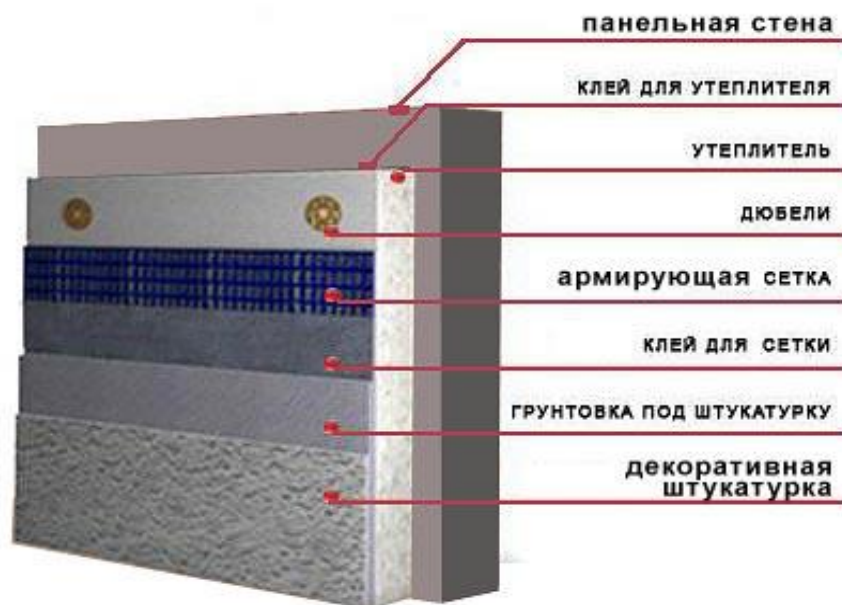
По СНиП

$$W_{\text{min}} = 16.15 \text{ Вт}$$

Трехслойная панель

Теплотехнические показатели

Материал слоя	δ , м	ρ , кг/м ³	λ Вт/м·С	R , м ² С/Вт
Декоративная штукатурка	0.01	1800	0.93	0.0107
Пенополистирол	?	40	0.05	?
Конструктивный бетон	0.22	2200	1.86	0.1183
Плиты минераловатные	0.13	300	0.09	1.4444
Штукатурный слой	0.02	1800	0.93	0.0215



$$\delta = (R_{\text{тр}} - R_1 - R_2 - R_4 - R_5 - \frac{1}{\alpha_n} - \frac{1}{\alpha_v}) \lambda$$

$$\delta_{\text{max}} = (3.22 - 0.0107 - 0.1183 - 1.4444 - 0.215 - 0.115 - 0.0435) 0.05 = 0.064 \text{ м}$$

$$\delta_{\text{min}} = (2.03 - 0.0107 - 0.1183 - 1.4444 - 0.215 - 0.115 - 0.0435) 0.05 = 0.0042 \text{ м}$$

$$0.42 \text{ см} < \delta < 6.4 \text{ см}$$

Принимаем $\delta = 6 \text{ см}$ $R = 0.06 / 0.05 = 1.2 \text{ м}^2 \text{ С} / \text{Вт}$

Сопротивление теплопередаче стены после утепления :

$$R_{\text{ст}} = 0.0107 + 0.1183 + 1.4444 + 1.200 + 0.215 + 0.115 + 0.0435 = 3.15 \text{ м}^2 \text{ С} / \text{Вт}$$

Теплопотери :

после утепления $W = \frac{t_1 - t_2}{R_{\text{ст}}} S = \frac{20 - 32}{3.15} 1 = 16.5 \text{ Вт}$

до утепления $W = 29.8 \text{ Вт}$

По СНиП $W_{\text{min}} = 16.15 \text{ Вт}$

МИНЕРАЛЬНАЯ ВАТА

Свойства материала :

- Низкая теплопроводность
- Высокая шумоизоляция
- Прочность на отрыв
- Устойчивость к деформации
- Пожаростойкость
- Высокие водоотталкивающие свойства
- Экологическая безопасность
- Паропроницаемость
- Приемлемая цена



Сплошная кирпичная кладка

Теплотехнические показатели

Материал слоя	δ , м	ρ , кг/м ³	λ Вт/м·С	R , м ² С/Вт
Полисиликатная штукатурка	0.01	1400	0.58	0.0172
Грунтовка, сетка из стекловолокна шпаклевочный раствор	0.005	1800	0.93	0.0054
Плиты минераловатные	?	100	0.07	?
Кирпич силикатный	0.64	1500	0.81	0.7901
Штукатурный слой	0.02	1800	0.93	0.0215



$$\delta = (R_{\text{тр}} - R_1 - R_2 - R_4 - R_5 - \frac{1}{\alpha_n} - \frac{1}{\alpha_v}) \lambda$$

$$\delta_{\text{max}} = (3.22 - 0.0172 - 0.0054 - 0.7901 - 0.215 - 0.115 - 0.0435) 0.07 = 0.143 \text{ м}$$

$$\delta_{\text{min}} = (2.03 - 0.0172 - 0.0054 - 0.7901 - 0.215 - 0.115 - 0.0435) 0.07 = 0.059 \text{ м}$$

$$5.9 \text{ см} < \delta < 14.3 \text{ см}$$

Принимаем $\delta = 14 \text{ см}$ $R = 0.14 / 0.07 = 2.00 \text{ м}^2 \text{ C} / \text{Вт}$

Сопротивление теплопередаче стены после утепления :

$$R_{\text{ст}} = 0.00172 + 0.0054 + 2.00 + 0.7901 + 0.215 + 0.115 + 0.0435 = 3.17 \text{ м}^2 \text{ C} / \text{Вт}$$

Теплопотери :

после утепления $W = \frac{t_1 - t_2}{R_{\text{ст}}} S = \frac{20 + 32}{3.17} 1 = \mathbf{16.4 \text{ Вт}}$

до утепления $W = \mathbf{53.6 \text{ Вт}}$

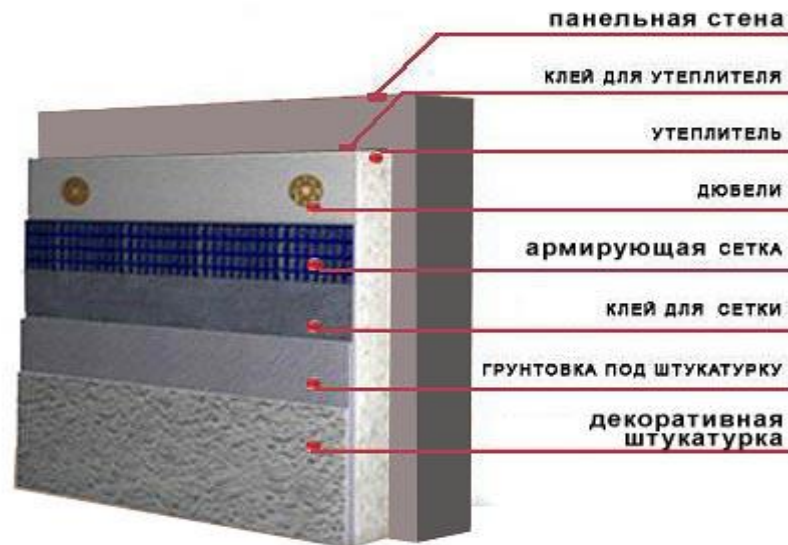
По СНиП

$$\mathbf{W_{\text{min}} = 16.15 \text{ Вт}}$$

Трехслойная панель

Теплотехнические показатели

Материал слоя	δ , м	ρ , кг\м ³	λ Вт\м С	R , м ² С/Вт
Декоративная штукатурка	0.01	1800	0.93	0.0107
Плиты минераловатные	?	100	0.07	?
Конструктивный бетон	0.22	2200	1.86	0.1183
Плиты минераловатные	0.13	300	0.09	1.4444
Штукатурный слой	0.02	1800	0.93	0.0215



$$\delta = (R_{тр} - R_1 - R_2 - R_4 - R_5 - \frac{1}{\alpha_n} - \frac{1}{\alpha_B}) \lambda$$

$$\delta_{\max} = (3.22 - 0.0107 - 0.1183 - 1.4444 - 0.215 - 0.115 - 0.0435) 0.07 = 0.089 \text{ м}$$

$$\delta_{\min} = (2.03 - 0.0107 - 0.1183 - 1.4444 - 0.215 - 0.115 - 0.0435) 0.07 = 0.00582 \text{ м}$$

$$0.58 \text{ см} < \delta < 8.9 \text{ см}$$

Принимаем $\delta = 8 \text{ см}$ $R = 0.08 / 0.07 = 1.1432 \text{ м}^2 \text{ C} / \text{Вт}$

Сопротивление теплопередаче стены после утепления :

$$R_{ст} = 0.0107 + 0.1183 + 1.4444 + 1.1432 + 0.215 + 0.115 + 0.0435 = 3.09 \text{ м}^2 \text{ C} / \text{Вт}$$

Теплопотери :

после утепления $W = \frac{t_1 - t_2}{R_{ст}} S = \frac{20 + 32}{3.09} 1 = \mathbf{16.8 \text{ Вт}}$

до утепления $W = \mathbf{29.8 \text{ Вт}}$

По СНиП **$W_{\min} = 16.15 \text{ Вт}$**

Выводы

Конструкция стены	Материал утеплителя	Толщина утеплителя , см	Уменьшение теплопотерь , раз
Сплошная кирпичная кладка	пенополистирол	10	3.27
	минеральная вата	14	3.27
Трехслойные панели	пенополистирол	6	1.81
	минеральная вата	8	1.77

Внутреннее утепление



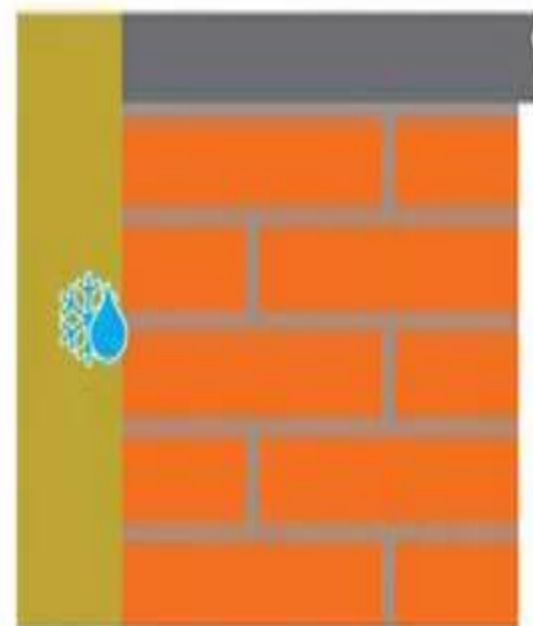
БЕЗ УТЕПЛЕНИЯ



УТЕПЛЕНИЕ ВНУТРИ



УТЕПЛЕНИЕ СНАРУЖИ





*Наружное
утепление*

*Внутреннее
утепление*



г. Ростов

Дома со стенами из пеноблоков

Материал слоя	δ , м	ρ , кг\м ³	λ , Вт\м С	R , м ² С\Вт
Пеноблоки	0.500	500	0.22	2.27
Кирпич керамический	0.120	1400	0.58	0.207
Штукатурный слой	0.02	1800	0.93	0.0215

$$R_{\phi} = 2,27 + 0,207 + 0,0215 + 0,115 + 0,0435 = 2,657 \text{ М}^2 \text{ С\Вт}$$



Теплопотери на раствор = 10%

$$R=2,39 \text{ M}^2 \text{ C}\backslash\text{Bт}$$

$$2,03 < R < 3,22$$

$$2,03 < 2,39 < 3,22$$

Потери тепла с 1 м^2

$$W = \frac{20+32}{2.39} \cdot 1 = 21,76 \text{ Вт}$$

$$W = \frac{20+32}{3.22} \cdot 1 = 16,15 \text{ Вт}$$

$$\delta_{\max} = (3.22 - 0.207 - 0.0215 - 0.115 - 0.0435) \cdot 0.225 = 0.623 \text{ м}$$

Стена из пеноблоков сейчас



А лучше так



Затраты на работу обогревателей

$$2.0 \text{ кВт} * 8 \text{ час} * 0.7 = 11.2 \text{ кВт}$$

$$11.2 * 3.30 \text{ руб} = 36.96 \text{ руб. в день}$$

$$36.96 * 30 = 1108.8 \text{ руб. в мес.}$$



Затраты на утепление стены навсегда

$$= 1900 \text{ руб./кв.м}$$

«Важней всего погода в доме...»



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!