



ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
традиции, качество, перспектива

Энергосберегающие решения деревянных малоэтажных ДОМОВ

Автор: канд.техн.наук, доцент каф. ДОП Волдаев
М.Н.



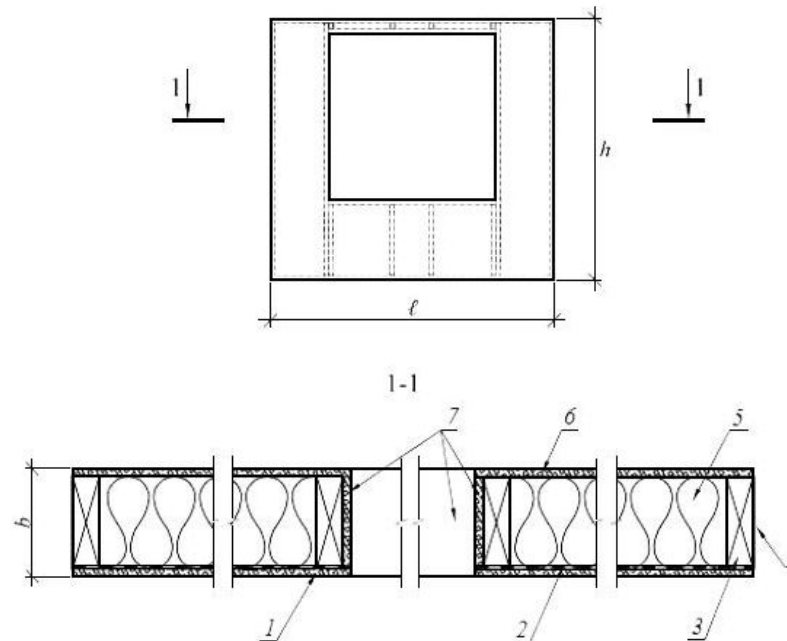
Конструкция панели стандартного деревянного дома

**ГОСТ Р 55658-2013 Панели стеновые с
деревянным каркасом. Технические условия**

<http://docs.cntd.ru/document/1200105474>

Разработка конструкции панели стандартного деревянного дома

Рисунок А.1 - Состав панели



h - высота панели; l - длина панели; b - толщина панели;

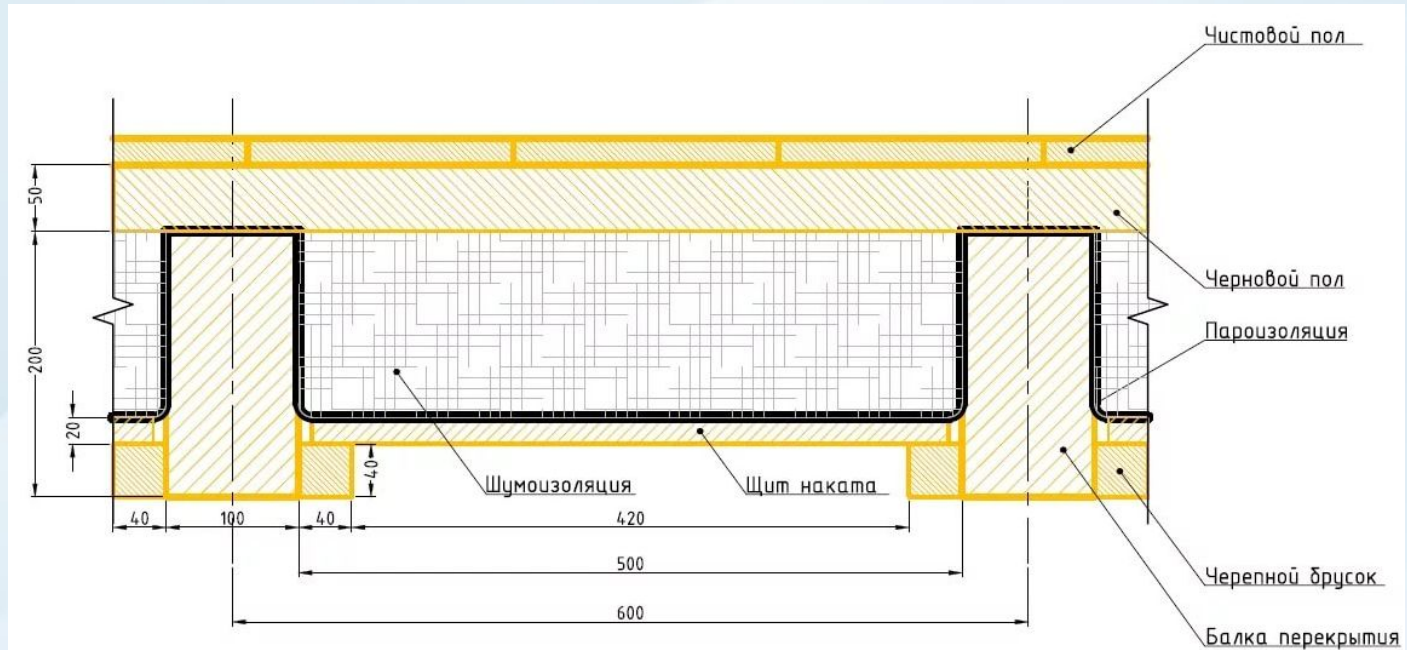
1 - внутренняя обшивка; 2 - пароизоляция; 3 - стойка деревянного каркаса; 4 - гидроизоляция;
5 - минераловатный утеплитель; 6 - наружная обшивка; 7 - обшивки проема

Конструкция панели стандартного деревянного дома

Применяемые материалы:

- ☐ Наружная обшивка панели – OSB-плиты, ЦСП-плиты, пиломатериалы (обрезные нестроганные, обрезные строганные, шпунтованные, вчетверть и т.п.)
- ☐ Утеплитель – плиты минераловатные
- ☐ Внутренняя обшивка=Наружная обшивка
- ☐ Внутренняя отделка помещения – листы ГВЛ, ГКЛ, OSB-плиты на профилях стоечных, пиломатериалы на деревянном каркасе

Конструкция пола



Конструкция пола

Применяемые материалы:

- ☐ **Балки, черепные бруски, черновой пол, накат – пиломатериалы**
- ☐ **Утеплитель – плиты минераловатные**
- ☐ **Чистовой пол – пиломатериалы, фанера, OSB-плиты, ДСтП**

Между балками на черепные бруски могут укладываться деревянные панели (деревянный каркас, обшивка, утеплитель)



Конструкция потолка

Может применяться аналогичной конструкции пола за исключением чистового пола на чердаке.

При расчете толщины потолка необходимо учитывать наличие потолочной обрешетки



Методика расчета толщины ограждающих конструкций по теплотехническим требованиям:

- 1. Определение нормируемого сопротивления теплопередаче**
- 2. Определение теплотехнических характеристик заданных материалов панели**
- 3. Определение требуемой толщины утеплителя**



Исходные данные для определения толщины панели по теплотехническим требованиям

- 1. Район, пункт и площадка строительства**
- 2. Виды и толщина материалов стен, пола, потолка за исключением утеплителя**



Нормативная документация

1. СНиП 23-01-99* СТРОИТЕЛЬНАЯ
КЛИМАТОЛОГИЯ

<http://www.docload.ru/Basesdoc/7/7001/index.htm>

2. СНиП 23-02-2003 ТЕПЛОВАЯ ЗАЩИТА
ЗДАНИЙ

<http://www.docload.ru/Basesdoc/11/11813/index.htm>

3. СП 23-101-2004 ПРОЕКТИРОВАНИЕ
ТЕПЛОВОЙ ЗАЩИТЫ ЗДАНИЙ

<http://www.docload.spb.ru/Basesdoc/43/43635/index>

Нормативная документация

Определяем требуемую толщину утеплителя в панели следующей конструкции:

- к деревянному каркасу, состоящему из вертикальных стоек и горизонтальных брусков прибивается наружная и внутренняя обшивка из досок толщиной 16 мм (коэффициент теплопроводности $\lambda_m = 0,18 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$);
- между обшивками укладывается два слоя минеральной ваты (утеплителя) “Технониколь” (коэффициент теплопроводности $\lambda = 0,046 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$ (для условий Б));
- между слоями минеральной ваты предполагается устройство воздушной прослойки толщиной 16 мм ($R_{a,l} = 0,15 \text{ м}^2\cdot\text{°C/Вт}$)

Размер панели $1,194 \times 2,500 \text{ м}$ (длина $\times$ ширина).

Пример

Сопротивление теплопередаче R_o , $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$, однородной однослойной или многослойной ограждающей конструкции с однородными слоями или ограждающей конструкции в удалении от теплотехнических неоднородностей не менее чем на две толщины ограждающей конструкции следует определять по формуле

$$R_o = R_{si} + R_k + R_{se}, \quad (1)$$

где $R_{si} = 1/\alpha_{int}$ α_{int} - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$, принимаемый по таблице 7 [2];

$R_{se} = 1/\alpha_{ext}$ α_{ext} - коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции для условий холодного периода, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$, принимаемый по таблице 8 [1];

R_k - термическое сопротивление ограждающей конструкции, $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$.

Пример

Термическое сопротивление ограждающей конструкции R_k , $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$, с последовательно расположенными однородными слоями следует определять как сумму термических сопротивлений отдельных слоев

$$R_k = R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{al}, \quad (2)$$

где $R_1, R_2, \dots, R_n$ - термические сопротивления отдельных слоев ограждающей конструкции, $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$;

R_{al} - термическое сопротивление замкнутой воздушной прослойки, принимаемое по таблице 7 [1].

Термическое сопротивление R , $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$, однородного слоя многослойной ограждающей конструкции, а также однослойной ограждающей конструкции следует определять по формуле

$$R = \delta / \lambda \quad (3)$$

где δ - толщина слоя, м;

Пример

Термическое сопротивление ограждающей конструкции R_k , $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$, с последовательно расположенными однородными слоями следует определять как сумму термических сопротивлений отдельных слоев

$$R_k = R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{al}, \quad (2)$$

где $R_1, R_2, \dots, R_n$ - термические сопротивления отдельных слоев ограждающей конструкции, $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$;

R_{al} - термическое сопротивление замкнутой воздушной прослойки, принимаемое по таблице 7 [1].

Термическое сопротивление R , $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$, однородного слоя многослойной ограждающей конструкции, а также однослойной ограждающей конструкции следует определять по формуле

$$R = \delta / \lambda \quad (3)$$

где δ - толщина слоя, м;

λ - расчетный коэффициент теплопроводности материала слоя, $\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$, принимаемый согласно п. 5.3 [1].

Пример

В соответствии с разделом 5 СНиП 23-02-2003 наружные ограждающие конструкции зданий должны удовлетворять нормируемому сопротивлению теплопередаче R_{req} для однородных конструкций наружного ограждения - по R_o , для неоднородных конструкций - по приведенному сопротивлению теплопередаче R_o^r ; при этом должно соблюдаться условие:

$$R_o \text{ (или } R_o^r \text{) } \geq R_{req}. \quad (8)$$

Приведенное сопротивление теплопередаче R_o , $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$, ограждающих конструкций, а также окон и фонарей (с вертикальным остеклением или с углом наклона более 45°) следует принимать не менее нормируемых

значений R_{red} , $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$, определяемых по таблице 4 [2] в зависимости от градусо-суток района строительства D_d , $^\circ\text{C} \cdot \text{сут.}$

Пример

Градусо-сутки отопительного периода D_d , °C·сут, определяют по формуле

$$D_d = (t_{int} - t_{ht}) z_{ht}, \quad (9)$$

где t_{int} - расчетная средняя температура внутреннего воздуха здания, °C, принимаемая для расчета ограждающих конструкций группы зданий по поз. 1 таблицы 4 [2] по минимальным значениям оптимальной температуры соответствующих зданий по ГОСТ 30494 (в интервале 20 - 22 °C), для группы зданий по поз. 2 таблицы 4 [2] - согласно классификации помещений и минимальных значений оптимальной температуры по ГОСТ 30494 (в интервале 16 - 21 °C), зданий по поз. 3 таблицы 4 [2] - по нормам проектирования соответствующих зданий;

t_{ht} , z_{ht} - средняя температура наружного воздуха, °C, и продолжительность, сут, отопительного периода, принимаемые по [2] для периода со средней суточной температурой наружного воздуха не более 10 °C - при проектировании лечебно-профилактических, детских учреждений и домов-интернатов для престарелых, и не более 8 °C - в остальных случаях.

Пример

Градусо-сутки отопительного периода D_d , °С·сут, определяют по формуле

$$D_d = (t_{int} - t_{ht}) z_{ht}, \quad (9)$$

где t_{int} - расчетная средняя температура внутреннего воздуха здания, °С, принимаемая для расчета ограждающих конструкций группы зданий по поз. 1 таблицы 4 [2] по минимальным значениям оптимальной температуры соответствующих зданий по ГОСТ 30494 (в интервале 20 - 22 °С), для группы зданий по поз. 2 таблицы 4 [2] - согласно классификации помещений и минимальных значений оптимальной температуры по ГОСТ 30494 (в интервале 16 - 21 °С), зданий по поз. 3 таблицы 4 [2] - по нормам проектирования соответствующих зданий;

t_{ht} , z_{ht} - средняя температура наружного воздуха, °С, и продолжительность, сут, отопительного периода, принимаемые по [2] для периода со средней суточной температурой наружного воздуха не более 10 °С - при проектировании лечебно-профилактических, детских учреждений и домов-интернатов для престарелых, и не более 8 °С - в остальных случаях.

Пример

$$R_{req} = aD_d + b$$

Здания и помещения, коэффициенты а и b	Градусо- сутки отопи- тельного периода D , d °C x сут	Нормируемые значения сопротивления теплопередаче R , м2 x °C/Вт, req ограждающих конструкций				
		Стен	Покровы и пере- крытий над не- проезда- ми	Перекры- тий чер- дачных, над не- отапли- ваемыми подполь- ями и подвала- ми	Окон и балкон- ных дверей, витрин и витражей	Фонарей с верти- кальным остекле- нием
1	2	3	4	5	6	7
1. Жилые, лечебно- профилактические и детс- кие учреждения, школы, интернаты, гостиницы и общежития	2000	2,1	3,2	2,8	0,3	0,3
	4000	2,8	4,2	3,7	0,45	0,35
	6000	3,5	5,2	4,6	0,6	0,4
	8000	4,2	6,2	5,5	0,7	0,45
	10000	4,9	7,2	6,4	0,75	0,5
	12000	5,6	8,2	7,3	0,8	0,55
a	-	0,00035	0,0005	0,00045	-	0,000025
b	-	1,4	2,2	1,9	-	0,25

Пример

Расчет ведем следующим образом:

1. определяем R_{req} для заданных условий;
2. определяем с учетом существующей конструкции щита (панели) наружной стены требуемую толщину утеплителя ($\delta_{ут}$) на основании выполнения условия (8) с предварительным расчетом приведенного сопротивления теплопередаче без учета коэффициента теплотехнической однородности при;

Пример

Обшивка - 12,5

Обшивка щита - 16

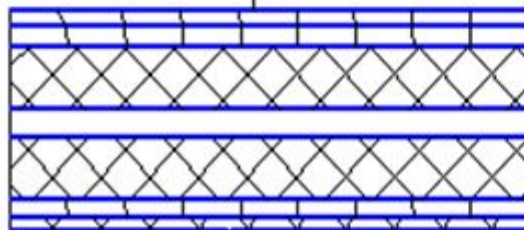
Минеральная вата "Технониколь" - 60

Воздушная прослойка (рейка) - 16

Минеральная вата "Технониколь" - 60

Обшивка щита - 16

Гипсокартон - 10



Пример

Порядок расчета

1. Градусо-сутки отопительного периода D_d , °C·сут.

$$D_d = (20 - (-4,6)) \cdot 212 = 5215,2, \text{ °C} \cdot \text{сут}$$

$$R_{req} = 0,00035 \cdot 5215,2 + 1,4 = 3,22 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$$

2. Приведенное сопротивление теплопередаче R_o :

$$R_o = \frac{1}{8,7} + 2 \cdot \left(\frac{0,016}{0,18} \right) + \frac{\delta_{ут}}{0,046} + 0,15 + \frac{1}{23} = 3,22 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$$

$$\delta_{ут} = \left(3,22 - \frac{1}{8,7} - 2 \cdot \left(\frac{0,016}{0,18} \right) - 0,15 - \frac{1}{23} \right) \cdot 0,046$$

$$\delta_{ут} = 0,126 \text{ м}$$

Т.о., исходя из условий выпуска минеральноватных плит “Технониколь” (с шагом 10 мм), принимаем для обеспечения выполнения условия (8) без учета теплопроводных включений толщину слоев минеральной ваты в конструкции с указанными выше параметрами остальных частей 70 мм.



Спасибо за внимание!