

# ОЦЕНКА СОПРОТИВЛЕНИЯ ТЕПЛОПЕРЕДАЧЕ СТЕНЫ ИЗ ДВОЙНОГО БРУСА

Хасаншин Р.Р.<sup>1</sup>, Пивоваров С.А.<sup>2</sup> Email: Khasanshin675@scientifictext.ru

<sup>1</sup>Хасаншин Руслан Ромелевич – кандидат технических наук, доцент;

<sup>2</sup>Пивоваров Сергей Александрович – студент магистратуры,  
кафедра архитектуры и дизайна изделий из древесины,

Казанский национальный исследовательский технологический университет,  
г. Казань

**Аннотация:** выполнен расчет теплотехнических характеристик глухой наружной стены из двойного бруса для условий климата Татарстана. Рассмотрены три различных варианта насыпного теплоизолирующего материала: эковата, керамзит, вермикулит. Показано, что при фиксированных толщинах слоев (сосновая доска 4,4 см, наполнитель 15 см) только стена со слоем эковаты отвечает нормативам теплотехнических характеристик жилого дома в г. Казани. Приведенный расчет может использоваться на этапе выбора технологии малоэтажного домостроения для оценки энергоэффективности будущего дома.

**Ключевые слова:** двойной брус, сопротивление теплопередаче.

## ESTIMATION OF HEAT TRANSFER RESISTANCE OF A DUO THERMAL LOG WALL

Khasanshin R.R.<sup>1</sup>, Pivovarov S.A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Khasanshin Ruslan Romelevich - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;

<sup>2</sup>Pivovarov Sergey Aleksandrovich – Magistracy Student,

DEPARTMENT OF ARCHITECTURE AND DESIGN OF WOOD PRODUCTS,

KAZAN NATIONAL RESEARCH TECHNOLOGICAL UNIVERSITY,

KAZAN

**Abstract:** the thermal properties of a blank outer wall "duo thermal log wall" for climate conditions of Tatarstan are calculated. Three different versions of bulk insulating material are considered: ecowool, expanded clay, vermiculite. It is shown that with fixed layer thicknesses (pine plank 4.4 cm, heat insulating filler 15 cm), only a wall with a layer of ecowool meets the standards for the thermal characteristics of a residential building in Kazan. The above calculation can be used at the stage of choosing of the technology of low-rise housing construction to assess the energy efficiency of the future home.

**Keywords:** duo thermal log wall, heat transfer resistance.

УДК 694.1

Для возведения стены по технологии «двойной брус» используются две шпунтованные доски, между которыми укладывается утеплитель: эковата, минеральная вата, керамзит, опилки и др. (рис. 1). Данная технология применяется в малоэтажном домостроении и, как сообщается производителями работ, дает выигрыш по комплексному критерию теплосбережение – стоимость материалов и работ – сроки строительства. В сети интернет имеется большое количество коммерческих предложений строительства по технологии «двойной брус». В англоязычном сегменте для наименования технологии нет единого термина. Встречаются наименования: Twin Skin Log Cabins, Dual Wall Log Cabins, Duo Thermal Log Houses, Duo Thermal Log Wall и др.

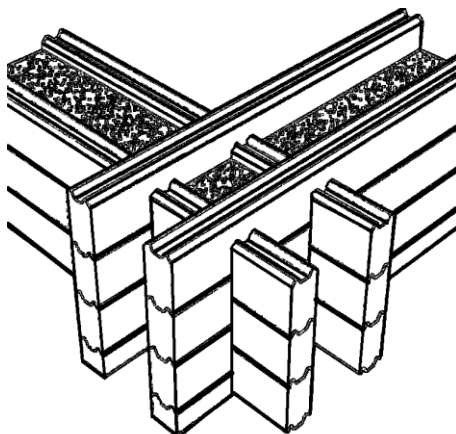


Рис. 1. Технология «двойной брус»

Специальной литературы, анализирующей постройки по данной технологии, немного. В работе [1] приводится пример расчета на устойчивость трехслойной конструкции стены. Делается вывод, что стены дома, выполненного по технологии «двойной брус», необходимо рассчитывать как на прочность, так и на устойчивость. В работе [2] приводятся экспериментальные данные обследования натурального объекта (экспериментального дома из двойного бруса) в условиях сурового климата Якутии и расчеты его теплотехнических характеристик. Показано, что трехслойный пакет сосна 4,4 см – эковата 15 см – сосна 4,4 см не отвечает нормативам теплотехнических характеристик жилого дома в данном регионе.

Целью настоящей работы является расчет по СП 50.13330.2012 [3] теплотехнических характеристик стены из двойного бруса для условий климата Татарстана.

Рассмотрим участок плоской глухой наружной стены без линейных и точечных элементов с иными теплозащитными свойствами (оконных проемов, дубелей и пр.). Выполним расчет приведенного сопротивления теплопередаче участка стены. Согласно приложению Е к СП 50.13330.2012 [3] приведенное сопротивление теплопередаче в рассматриваемом случае однородного участка равно условному сопротивлению теплопередаче  $R_0^{усл}$  и определяется либо экспериментально, либо по формуле, которая и будет применяться в настоящей работе:

$$R_0^{усл} = \frac{1}{\alpha_e} + \sum_s R_s + \frac{1}{\alpha_n}, \quad (1)$$

где  $\alpha_e = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$  – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности стены согласно табл. 4 [3];  $\alpha_n = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$  – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности стены согласно табл. 6 [3];  $R_s = \delta_s / \lambda_s$  – термическое сопротивление слоя,  $(\text{м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт}$ ,  $\delta_s$  – толщина  $s$ -го слоя, м,  $\lambda_s$  – теплопроводность материала слоя,  $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{°C})$ . Теплопроводность материалов берется из данных испытаний или при их отсутствии по приложению С [3]. Стена имеет три слоя. Первый и третий слои выполнены из дерева, второй из теплоизоляционного материала. Примем материал и толщину слоев такими же, как в работе [2]: несущие слои толщиной 0,044 м из сосны с теплопроводностью  $\lambda_s = 0,14 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{°C})$ ; утеплитель эковата «Экстра Якутск» толщиной 0,15 м, с теплопроводностью  $\lambda_s = 0,047 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{°C})$ . Значения теплопроводности сосны и эковаты взяты из работы [2], в которой данные параметры определялись в испытаниях. При этом значение теплопроводности сосны совпадает с приведенным в приложении С [3] для сосны в условиях эксплуатации А в терминах табл. 2 [3]; данные о теплопроводности эковаты в [3] отсутствуют. Приведенное сопротивление теплопередаче должно быть не меньше нормируемого значения приведенного сопротивления теплопередаче  $R_0^{норм}$  [3]:

$$R_0^{усл} \geq R_0^{норм}. \quad (2)$$

Нормируемое значение приведенного сопротивления определяется из табл. 3 [3] для жилых помещений с учетом того, что параметр «градусо-сутки отопительного периода» по (5.2) [3] для г. Казани при внутренней температуре  $20^\circ\text{C}$  равен:

$$\text{ГСОП} = 5418. \quad (3)$$

С учетом (3) получаем нормируемое значение:

$$R_0^{норм} = 3,5 (\text{м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт}. \quad (4)$$

Результат расчета приведенного сопротивления теплопередаче по формуле (1) приведен в таблице. Для сравнения с основным вариантом рассмотрены: двойной брус с теми же несущими слоями и заполнителем из гравия керамзитового плотностью  $200 \text{ кг}/\text{м}^3$ , с теплопроводностью в условиях эксплуатации Б по таблице С [3]  $0,11 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{°C})$ ; двойной брус с теми же несущими слоями и с заполнителем из вермикулита вспученного плотностью  $100 \text{ кг}/\text{м}^3$ , с теплопроводностью в условиях эксплуатации Б по таблице С [3]  $0,095 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{°C})$ ; стена толщиной  $0,64 \text{ м}$  из силикатного кирпича на цементно-песчаном растворе с теплопроводностью в условиях эксплуатации Б по таблице С [3]  $0,87 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{°C})$ .

Таблица 1. Результаты расчета

№	Конструкция стены	Приведенное сопротивление теплопередаче $R_0^{уст}$ , ( $m^2 \cdot ^\circ C$ )/Вт	Нормируемое сопротивление теплопередаче $R_0^{норм}$ , ( $m^2 \cdot ^\circ C$ )/Вт
1	Двойной брус: сосна – эковата – сосна	3,99	3,5
2	Двойной брус: сосна – керамзит – сосна	2,15	
3	Двойной брус: сосна – вермикулит – сосна	2,37	
4	Кирпичная кладка в 2 кирпича	0,89	

Из таблицы видно, что для варианта 1 выполняется условие (2), т.е. стена, выполненная по технологии «двойной брус» из сосны с эковатой, отвечает нормативам теплотехнических характеристик жилого дома в г. Казани. Все остальные варианты стен оказались недостаточно теплыми.

На первый взгляд неожиданным является плохой результат для кирпичной кладки. Это следствие высокой теплопроводности кирпича. Штукатурка, которая не учитывалась в расчетах, не даст значительного эффекта. Для повышения энергосбережения кирпичных домов следует применять утеплители для стен.

Двойной брус с иными утеплителями (керамзитом, вермикулитом), хотя и не дает соответствия нормативному документу [3], значительно превосходит кирпичную кладку по теплотехническим характеристикам. Отметим, что стоимость керамзита сравнима со стоимостью эковаты. Вермикулит дороже этих материалов примерно в три раза.

Приведенный расчет может использоваться на этапе выбора технологии малоэтажного домостроения для грубой оценки энергоэффективности будущего дома. При проектировании дома необходим детальный расчет тепловой защиты по [3]. Требуется исследование теплофизических свойств утеплителя эковата и внесение их в нормативный документ. Остается актуальным проведение экспериментальных исследований на прочность, устойчивость и тепловую эффективность как отдельных элементов и узлов конструкций из двойного бруса, так и целых экспериментальных объектов из двойного бруса с различной толщиной слоев и различным утеплителем.

#### *Список литературы / References*

1. Хайруллин Л.Р. Исследование несущей способности стен деревянного дома, выполненного по технологии «двойной брус» // Известия Казан. гос. архитектурно-строительного университета, 2015. № 4 (34). С. 178-182.
2. Матвеева О.И., Винокуров А.Т., Саввинов Л.С. Исследование теплотехнических характеристик экспериментальных образцов ограждающих конструкций, изготавливаемых по технологии двойного бруса // Строительные материалы, 2017. № 6. С. 46-51.
3. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий. Дата введения 2013-07-01.