

ТЕПЛОТЕХНИКА ТРАДИЦИОННОГО БЕЛОРУССКОГО ЖИЛИЩА

Лапука П. О.

Научный руководитель – Ковальчук О. И.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

Введение. Вплоть до конца XIX века на территории Беларуси основным жильём была деревянная хата. Жизнь в ней была значительно менее комфортной, чем жизнь в современном доме или квартире. Жилые дома значительно различались степенью утепленности, но средний дом был недостаточно теплым для местных климатических условий.

В данной работе рассмотрено традиционное белорусское жилище с точки зрения архитектурной физики – исследованы его размеры, строительные материалы, характеристики ограждающих конструкций.

Цель работы - узнать, насколько ограждающие конструкции традиционного дома защищали его жителей от холода, и сравнить его теплотехнические показатели с показателями дома, построенного по современным нормам строительства в Беларуси.

Традиционная хата

Традиционным материалом как жилых домов, так и хозяйственных построек, является дерево. Оно исконно использовалось на белорусских землях, хотя и не было первоначальным материалом. Вероятно, ему предшествовали земля, глина и хворост. Но даже во врытых в почву землянках, предшествовавших жилым хатам, скорее всего использовалось дерево – как минимум ветки, сучья и щепки - как материал для покрытий, дополнительных приспособлений или формирования поверхностей.

В дальнейшем жильё постепенно технологически развивалось, поднималось на поверхность земли, превратившись в хорошо знакомую и в наше время деревянную хату.

Лес стал основным строительным материалом, так как белорусский край им изобилует; человек пользовался материалом, который дала ему природа. При этом каменные постройки встречаются крайне редко и рассматриваются как исключения. Однако камень иногда использовался для установки здания и его придания ему прочности и устойчивости.

Дерево как материал интересно своими анизотропными свойствами – в разных направлениях (по ходу волокон и перпендикулярно им) теплопроводность материала значительно отличается. Именно поэтому стена

дома формировалась длинными бревнами – волокна дерева шли перпендикулярно основному тепловому потоку.

Не все виды дерева могли использоваться для постройки зданий. Самым распространенным материалом являлась сосна, также использовалась ель, иногда осина или ольха. Иногда дома строили, комбинируя несколько видов дерева, например, нижняя половина дома из сосны, а верхняя – из ели. Хозяйственные постройки могли возводиться из осины или ольхи, обладающих худшими свойствами. Выбор материалов зависел от зажиточности крестьянина. Если дом рассчитывался на долгое использование и средства позволяли, нижние бревна могли делать из дуба.

Часто хата представляла из себя невысокое квадратное помещение. Обычные размеры ее колебались от 4.30 м до 6.4 м в длину и ширину (рис. 1). Если дом был больших размеров, он развивался в длину. Высота хаты колебалась в пределах 1.80-2.30 м.

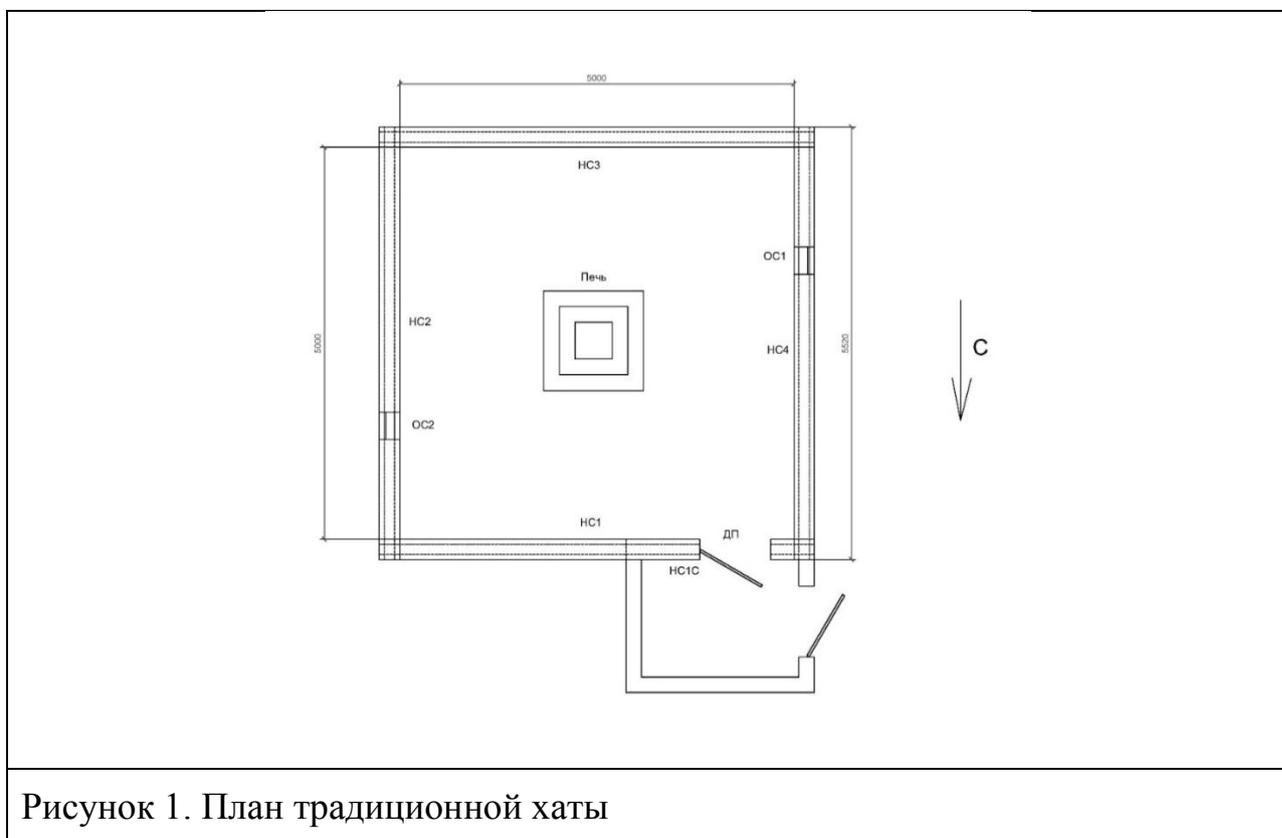


Рисунок 1. План традиционной хаты

Фундамент

Длительное время срубы жилых построек ставились прямо на землю. Поэтому для первого венца, как правило, применялись более толстые дубовые или сосновые смолистые бревна, представляющие собой своеобразный фундамент (подруб) [2, с. 89]. Иногда встречался и каменный фундамент (преимущественно в северной и северо-западной частях Беларуси). Промежуточным вариантом был фундамент, в котором под четыре угла подруби подложены камни.

Сруб

Стена жилого дома представляет собой сруб из 10-15 бревен, лежащих друг на друге. Их количество зависит от размеров бревна и от зажиточности хозяина. Чаще всего они не отесаны, то есть представляют собой «кругляк», но изредка бревна отесывались с двух сторон (наружной и внутренней) – в основном в Гродненской области. Для связи между бревнами обычно укладывался мох, также бревна могли связываться с помощью пазов, обеспечивающих большую плотность прилегания одного бревна к другому (паз вырубался в нижней части бревна, чтобы в углубление не затекала вода). Также пазы брёвен обмазывались глиной для лучшей изоляции. На углах бревна перекрещиваются. Иногда углы дома могут быть забиты досками.

Более поздние дома полностью обшивались досками (шалевка). Шалевка чаще всего производилась в вертикальном направлении. Некоторые дома оштукатуривались.

Зачастую продолжением сруба являлся щит (треугольный фронто́н под крышей). Щит имеет «продух» для освещения чердака. Соответственно, чердак является холодным помещением.

Способы утепления

Для утепления фундамента жилого дома часто использовалось сооружение под названием завалинка. Это невысокая земляная насыпь, расположенная снаружи дома по периметру, которая защищала стену от сырости и холода.

Завалинки устраивали по-разному. Например, в гродненской области на расстоянии 20–25 см от стены дома возводили деревянную стенку высотой 90 см. Пространство между домом и стенкой заполнялось землёй. Альтернативой деревянной стенке могли быть колышки, вбитые в землю и переплетенные лозой или прутьями березы, или заложенные жердями. Колышки вбивались на расстоянии 30-40 см от дома. Также землю могло удерживать вбитое колышками в землю бревно, или завалинка могла устраиваться камнями, пересыпанными землёй, а в самом простом случае фундамент мог быть просто привален землёй.

В устройстве завалинки есть положительные и отрицательные стороны. Она теплоизолировала стену, но при этом являлась пластом земли, который часто (особенно после дождя) был влажным и стимулировал гниение подруби, а также повышал ее теплопроводность (хотя и встречались случаи, когда над завалинкой выступал отлив крыши, поддерживаемый столбами, формируя галерею вокруг жилого дома). Именно поэтому частично или полностью каменный фундамент являлся лучшим решением.

Завалинка защищала только нижнюю часть дома, поэтому зачастую стены на зиму обкладывали соломой, камышом или хвоей. Чаще

покрывалась нижняя часть стен, приближенная к земле, но встречалось и полное утепление стены.

Завалинка и обивка стен дома не могли достаточно защитить от морозов. Поэтому дерево стены должно было использоваться максимально эффективно.

Крыша

Самым распространенным покрытием являлась соломенная крыша. Статистические данные 1877 г. Свидетельствуют о том, что соломой было покрыто около 75% построек [2, с. 97]. Однако изредка использовали и другие материалы: тес, дрань, щепка, камыш.

Пол

В домах на Беларуси встречались разные типы полов: земляной, глинобитный и деревянный. До середины XIX в. преобладали земляные и глинобитные полы.

Для устройства земляного пола примерно до уровня второго венца насыпалась земля, старательно утрамбовывалась, аккуратно приглаживалась. Для глинобитного пола утрамбованную землю несколько раз заливали раствором глины.

Деревянный пол клался на поперечные бруски – лаги, которые обычно врубались между первым и вторым венцами сруба. Пол в деревенской хате чаще всего изготовлялся из колотых досок, отесанных и подогнанных по размеру.

Потолок

Чаще всего он представлял собой доски, уложенные на продольные деревянные балки (рис. 2, внизу справа). На зиму конструкция утеплялась слоем сена (для расчета этот слой принят толщиной 50 см).

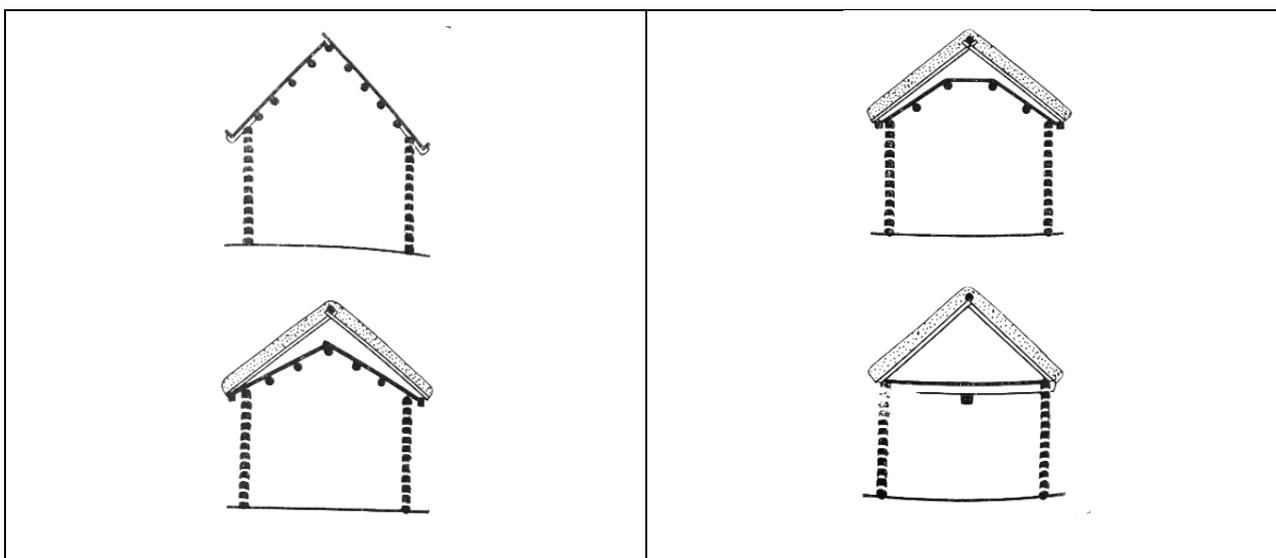


Рисунок 2. Конструкции потолка

Окна

Для крестьянского жилища окно – это достаточно новое явление. Его предшественником являлся просветец. Он не имел рамы и был прорубью в одном из венцов сруба.

Такой просветец, постепенно совершенствуясь, дал первоначально волоковое окно. Тип этого окна интересен тем, что он представляет собой просветец, в который вделана рама, но без стекла, и к которому с внутренней стороны приделана движущаяся из стороны в сторону дощечка [1].

Постепенно окно стало прорезаться в 3-4 венцах. Поздние окна начала 20 века были размерами 53-71 см в высоту и 35-53 см в ширину.

На зиму крестьянин вынужден был заделывать окна, чтобы защититься от мороза. Зачастую окна закладывались соломенными матами, также иногда использовались ставни или дополнительные двойные внутренние рамы.

В среднем доме обычно насчитывалось 2-4 окна.

Печь

Большая печь чаще всего стояла по центру хаты, топилась дровами каждый день в холодные месяцы, а также использовалась для приготовления еды. Дрова заготавливались на зиму и хранились обычно снаружи, прикрытые свесом крыши. Из всех легкодоступных в Беларуси дров больше всего теплоты при сгорании выделяют березовые дрова.

Теплота, выделяемая при сгорании сухих березовых дров – 1900 кВтч/м³.

Теплота, выделяемая при сгорании влажных березовых дров – 1670 кВтч/м³.

В последующих расчетах рассмотрены три вида дома:

1. Хата бедняка. Сруб из тонких бревен, у нижней части стены обустроена завалинка. Пол глиняный. На поверхности потолка на зиму уложен слой сена, однако в течение зимы это сено идет на корм скоту, соответственно, к концу зимы теплопотери через потолок увеличиваются (расчет выполнен без учета уменьшения количества сена). (Рис. 3)

2. Хата среднего крестьянина. Сруб из тонких бревен, стена утеплена слоем соломы, пучками приваленной к ней. Пол глиняный. На досках потолка на зиму уложен слой сена, однако в течение зимы это сено, как и солома со стены, идет на корм скоту, соответственно, к концу зимы через потолок и стены идут значительно большие теплопотери (расчет выполнен без учета уменьшения количества сена). (Рис. 4)

3. Хата зажиточного крестьянина. Сруб из толстых бревен, утеплителя нет. Пол деревянный по лагам. Потолок утеплен слоем сена. (Рис. 5)

Рисунок 3. Хата бедняка	Рисунок 4. Хата среднего крестьянина
Рисунок 5. Хата зажиточного крестьянина	

Теплопроводность материалов, используемых для строительства:

Материал	Сосна и ель поперек волокон	Солома	Сено неплотно уложенное	Сухой грунт	Грунт сухой утрамбованный	Глина
Коэффициент теплопроводности [Вт/м С]	0,09	0,08	0,2	0,4	1,05	0,9

Сопротивление теплопередаче исследуемых конструкций:

1. Сруб из бревен диаметром 20 см, с заделанными мхом швами. Расчет сопротивления теплопередаче идет по более тонким местам в стене (место стыка брёвен).

$$R_1 = 1,255 \frac{\text{м}^2\text{С}}{\text{Вт}}$$

2. Сруб из бревен диаметром 26 см, с заделанными мхом швами. Расчет сопротивления теплопередаче идет по более тонким местам в стене (место стыка брёвен).

$$R_2 = 1,585 \frac{\text{м}^2\text{С}}{\text{Вт}}$$

3. Сруб из бревен диаметром 20 см, с заделанными мхом швами, утепленный снаружи соломой.

$$R_3 = 6,255 \frac{\text{м}^2\text{С}}{\text{Вт}}$$

4. Сруб из бревен диаметром 20 см, с заделанными мхом швами, утепленный снаружи заваляшкой.

$$R_4 = 2,05 \frac{\text{м}^2\text{С}}{\text{Вт}}$$

5. Потолок. Доски, уложенные на продольные деревянные балки. На зиму конструкция утеплена слоем сена толщиной 50 см.

$$R_5 = 2,988 \frac{\text{м}^2\text{С}}{\text{Вт}}$$

$$q_{\text{пот}} = \frac{t_{\text{в}} - t_{\text{н}}}{R_3} = \frac{18^\circ\text{С} + 26^\circ\text{С}}{2,988} = 14,73 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}$$

6. Пол глиняный. Грунт, засыпанный до второго венца и уплотненный. Залит несколькими слоями глины.

$$R_6 = 0,466 \frac{\text{м}^2\text{С}}{\text{Вт}}$$

7. Пол деревянный. Грунт, засыпанный до верха первого венца венца и уплотненный. Дощатый пол по лагам.

$$R_7 = 0,66 \frac{\text{м}^2\text{°С}}{\text{Вт}}$$

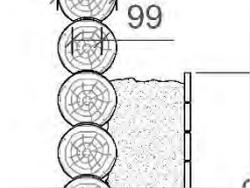
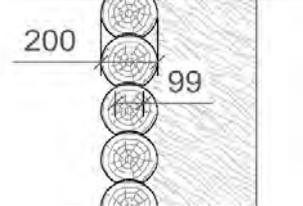
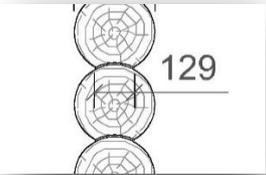
8. Окно. Проём в стене размером 50 x 35 см, заделанный на зиму дощечкой и заполненный соломой в оставшуюся толщину сруба.

$$R_8 = 1,736 \frac{\text{м}^2\text{°С}}{\text{Вт}}$$

9. Дверь. Деревянная дверь толщиной 3 см и размерами 2 x 0.9 м, выходящая в сени.

$$R_9 = 0,487 \frac{\text{м}^2\text{°С}}{\text{Вт}}$$

Предположим, что печь сжигает без остатка весь объем дров и ее КПД составляет 100%.

Дом	Характеристики	Удельные теплотери (за 1 час)	Объём сжигаемых дров	
			Сухих	Влажных
Хата бедняка (Рис. 3) 	Сруб диаметром 20 см Завалинка Утепленный сеном потолок Глиняный пол	3420,7	7,78 м ³	8,85 м ³
Хата среднего крестьянина (Рис. 4) 	Сруб диаметром 20 см, утепленный снаружи толстым слоем соломы Утепленный сеном потолок Глиняный пол	1935,9	4,4 м ³	5 м ³
Хата зажиточного крестьянина (Рис. 5) 	Сруб диаметром 26 см Утепленный сеном потолок Деревянный пол по лагам	2921,6	6,64 м ³	7,56 м ³

Современный дом	Стены с минимальным для Беларуси коэффициентом сопротивления теплопередаче $R = 3,2 \frac{\text{м}^2\text{°С}}{\text{Вт}}$ Потолок $R = 6 \frac{\text{м}^2\text{°С}}{\text{Вт}}$ Пол по грунту $R = 2,5 \frac{\text{м}^2\text{°С}}{\text{Вт}}$ Окно $R = 1 \frac{\text{м}^2\text{°С}}{\text{Вт}}$	1102,4	2,51 м ³	2,85 м ³
-----------------	--	--------	---------------------	---------------------

Вероятно, только зажиточный крестьянин мог позволить себе хранить дрова в сухом месте. Для отопления современного дома тоже используем сухие дрова. Соответственно, итоговые цифры потребления дров выглядят так:

- хата бедняка - 8,85 м³; однако к концу зимы слой соломы на потолке становился значительно тоньше, так как его скармливали скоту, что приводило к повышению теплопотерь и большему расходу дров.
- хата среднего крестьянина - 5 м³, при том, что к концу зимы слой соломы на потолке и утепляющий слой стены становился значительно тоньше, так как его скармливали скоту.
- хата зажиточного крестьянина - 6,64 м³.
- современный дом - 2,51 м³.

Для отопления хаты бедного крестьянина потребовалось бы в 3,52 раза больше дров, чем для отопления современного дома.

Для отопления хаты среднего крестьянина потребовалось бы в 1,99 раза больше дров, чем для отопления современного дома.

Для отопления хаты зажиточного крестьянина потребовалось бы в 2,65 раза больше дров, чем для отопления современного дома.

Вывод

В данной работе были рассчитаны теплотехнические характеристики как белорусских традиционных деревянных домов, так и дома тех же размеров, построенного по современным нормам. Самая холодная крестьянская хата за час теряла в 3,1 раза больше тепла, чем современный дом.

Таким образом, условия жизни наших предков были значительно менее комфортными, чем современные. Для отопления деревянного дома до

современных расчетных показателей (18 °С) необходимо было использовать от 5 м³ до 8,85 м³ березовых дров при 100% КПД печи.

Но температура в крестьянской хате не всегда достигала сегодняшних нормативных показателей, пол был очень холодным, а спали все жители дома в одной постели около печи.

В современном строительстве мы стремимся к максимально эффективному и экономичному балансу капитальных и эксплуатационных затрат, а также к нулевому потреблению ресурсов. Поэтому все чаще дома строят настолько хорошо теплоизолированными, что затраты на отопление стремятся к нулевым. Я считаю это правильной тенденцией, соответствующей нашему времени – времени, в котором люди столкнулись с нехваткой невозобновляемых источников энергии и экологическими проблемами, вызванными активным их использованием.

Литература:

1. Харузин А. Славянское жилище в Северо-Западном крае / А. Харузин. – Вильнюс, 1907. – 458 с.
2. Трацевский В. В. История архитектуры народного жилища Белоруссии: [учебное пособие для вузов специальности «Архитектура»] / В. В. Трацевский. – Минск: Вышэйшая школа, 1989. – Гл. 2. – С. 63–99.
3. Соболенко Э.Р. Белорусское народное жилище / Э.Р. Соболенко, У.С. Гурков, В.М. Иванов, Д.Д. Супрун. – Минск: наука и техника, 1973. – 90 с.
4. Недвижимость. Tut.by.<https://realty.tut.by/news/building/489060.html>. – Дата доступа: 21.04.2019
5. Строительная теплотехника. Строительные нормы проектирования: ТКП 45-2.04-43-2006 (02250). - Введ. 29.12.2006. - Минстройархитектуры, 2007. – 36 с.
6. Технические таблицы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://tehtab.ru/Guide/GuidePhysics/GuidePhysicsHeatAndTemperature/HeatConductivity/HeatConductivityWoodAndBuildingMaterials/>. – Дата доступа: 07.03.2019.
7. Сфера жизни [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://strawdome.com/articles/svoistvasolomy.html>. – Дата доступа: 07.03.2019.