

Левинский Ю.Б.

(УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ) levinskyi@bk.ru

Ушницкий А.А.

(ЯГСХА, г. Якутск, РФ) docalexus@mail.ru

Лавров М.Ф.

(СВФУ, г. Якутск, РФ) lmf_nefu@list.ru

**ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНОГО ТИПА ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ ДЛЯ
ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО КАРКАСНОГО ДОМА
SELECT TYPE OF GOOD INSULATION FOR
ENERGY EFFICIENCY OF A FRAME HOUSE**

Целью данной работы является вопрос выбора теплоизолирующего материала как аргумента функции такого интегрального показателя как энергоэффективность деревянного дома в целом.

Основной особенностью климата Якутии является резкая континентальность, проявляющаяся в значительных годовых колебаниях температуры. Годовые амплитудные колебания среднемесячных и абсолютных температур составляют 62°C и 102°C в г. Якутске, 52°C и 95°C в Олекминске, 45°C и 85°C в Алдане. Продолжительность безморозного периода равна 95 дням в г. Якутске, 100 дням в Олекминске и 97 дням в Алдане. Средняя продолжительность устойчивых морозов варьирует: в г. Якутске – 185, Олекминске – 174, Алдане – 177 дней; температура варьирует от минус 64 до +38°C в г. Якутске, минус 59 до +36°C в Олекминске и от минус 51 до +34°C в г. Алдане [1].

Годовые колебания температуры в Центральной Якутии [2], можно выразить в виде:

$$\text{---} \quad (1)$$

где $t_{\text{ср}}$ – среднегодовая температура;

A – амплитуда годового колебания температуры;

τ – время в сутках (условно 1 сутки равны 1⁰ и все месяцы имеют 30 дней).

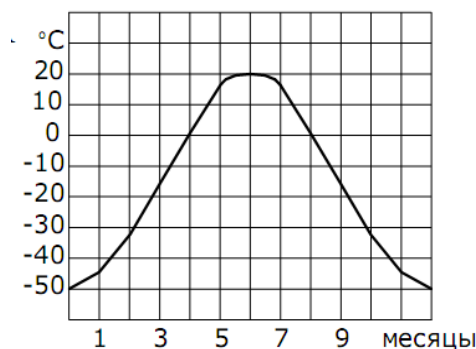


Рисунок 1 – Годовые колебания температуры в Центральной Якутии

Из рисунка 1 видно, что минимальные температуры составляют от -40°C до -50°C и наблюдается с середины ноября до середины февраля месяцев. Положительная температура наблюдается с апреля по август месяц включительно. Средняя температура самого жаркого месяца $t_{\text{max}} = 20^{\circ}\text{C}$, а самого холодного $t_{\text{min}} = -50^{\circ}\text{C}$, годовой перепад низкой и высокой температур составляет 70°C. Еще более значителен перепад низкой и высокой температур года (более 100°C).

В соответствии с требованиями согласно СНиП 23-02-2003 приведены в таблице 1 значения требуемого $R_{\text{рег}}$ и допустимого R_{min} сопротивления теплопередаче наружных стен и совмещенных покрытий для г. Якутска

Таблица 1 – Значения требуемого R_{reg} и допустимого R_{min} сопротивления теплопередаче наружных стен и совмещенных покрытий для г. Якутска

Район строительства	Назначение здания	Условия эксплуатации	D_d , °С·сут	R_{reg}/R_{min} , м ² °С/Вт	
				Стены	Перекрытия
Якутск $t_{ext} = -54$ °С; $t_{ht} = -20,6$ °С; $z_{ht} = 256$ сут.	- жилые	А	10650	5,13/3,23	7,53/6,02
	- общественные	А	10394	4,32/2,72	5,76/4,61
	- производственные	А	9370	2,87/2,30	3,84/3,07

В настоящее время на рынке Якутии в сфере малоэтажного частного домостроения наиболее часто применяемыми являются технологии строительства домов из монолитного (блочного) пено(газо)бетона и массивных или каркасных деревянных конструкций. При этом снижение теплопроводности конструкций достигается за счет применения различных теплоизоляционных материалов. Следуя логике можно было бы утверждать, что снижения теплотерь к минимуму можно добиться увеличением толщины этих слоев, однако такой подход ведет к увеличению себестоимости постройки. Строители в лучшем случае руководствуются расчетами оптимального сочетания толщины несущих стеновых конструкций и теплоизолирующих материалов, в худшем – применяют имеющие на рынке типоразмеры «на глазок». Поэтому кардинально затраты на обогрев зданий при этом не изменяются и остаются существенной статьёй расходов в семейном бюджете. Более того, некоторые материалы зачастую оказываются вредными для человека или в случае сочетания с деревянными конструкциями сводят на нет микроклимат в жилых помещениях.

В последнее время наметилась тенденция изменения стиля жизни и требований, предъявляемых к жилищу. Сейчас людей уже не устраивает только крыша над головой, они требуют соответствующий уровень внутренней отделки, санузла в доме, стеклопакетов, оригинальных архитектурно-планировочных решения и ландшафтный дизайн прилегающей территории, а искушенные – уникальной энергетика, микроклимата и экологичности присущих только домам построенной из древесины и естественных природных материалов.

Анализ рынка показывает, что в общем объеме деревянного домостроения наметилась тенденция увеличения доли каркасных домов с различными вариантами теплоизолирующих материалов. Теплоизоляционные материалы можно разделить на три основные группы:

- 1) минераловатные материалы;
- 2) пенополистирол и его подвиды;
- 3) материалы на основе органических компонентов.

Минераловатные материалы, относительно легко монтируются в конструкции стеновых панелей простой геометрической формы. На этом преимущество данных утеплителей заканчивается. Форма таких утеплителей превращается в серьезный недостаток, когда нужно работать со сложными и неровными поверхностями. Данные материалы содержат ядовитые фенольные соединения. В процессе эксплуатации в минераловатных материалах образуется конденсат, плесень, усадка, и, как следствие, образование мостиков холода в швах утеплителя. Увлажнение минваты на 1% увеличивает теплопроводность на 8%, появление разрывов вследствие усадки на 4% приводит к 25% потере тепла всей стеновой конструкцией. Минераловатные материалы не "дышат", и приводят к образованию «парникового эффекта» в помещении, что полностью нейтрализует достоинства деревянного дома.

Низкая паропроницаемость пенополистирола и его подвидов, также приводит к образованию плесени и грибка, а в результате к разрушению конструкций, ухудшению микроклимата в помещении. Самым большим недостатком пенополистирола является повышенная горючесть и токсичность, что ограничивает его применение согласно действующим строительным и пожарным нормам.

Эковатой же одинаково легко можно изолировать пространство любой степени сложности, лишена вышеуказанных недостатков, "дышит" подобно дереву, великолепно держит тепло даже в переувлажненном состоянии, не смерзается, ведет себя как древесина - выравнивает влажность, обладает отличными звукоизолирующими свойствами.

Рассмотрим основные виды теплоизолирующих материалов и конструкций стен в деревянном исполнении. Результаты теплотехнического расчета в ПО «OVENTROP OZC» рассматриваемых конструкций приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Теплотехнический расчет каркасных стеновых конструкций с различными вариантами теплоизолирующего слоя

№	Наименование конструкции	Сопротивление теплопередаче, R Вт/С*м ²		Толщина теплоизоляционного слоя, мм	
		Расчетная	Типовая	Расчетная	Типовая
1	Каркасная панель с минераловатным наполнением	5,145	5,698	179	200
2	Каркасная панель с пенополистиролом	5,135	5,435	188	200
3	Каркасная панель с наполнением из эковаты	5,153	5,153	151	151

Визуализация результатов теплотехнических расчетов стеновых конструкций приведена на рисунке 1.

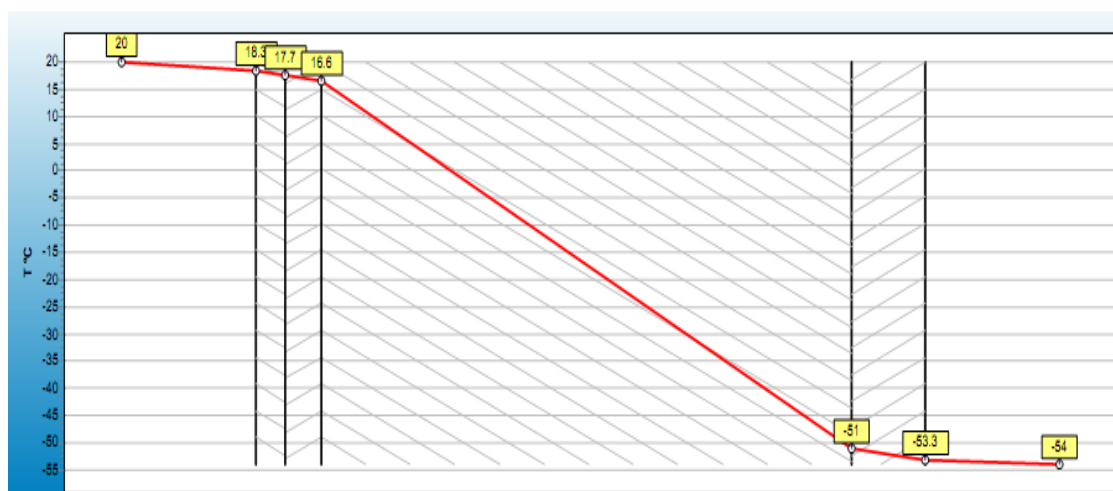


Рисунок 2 – Распределение температуры по сечению стены в ПО «OVENTROP OZC»

Результаты теплотехнического расчета показывают, что расчетная толщина теплоизолирующего слоя для различных материалов незначительна. Поэтому, произведем анализ качественных характеристик рассматриваемых конструкций.

Таблица 3 – Анализ сильных и слабых сторон стеновых конструкций

Сильные стороны	Слабые стороны
1. Стеновая конструкция из бруса:	
Простота возведения Экологичность Доступность Ремонтопригодность Распространенность	Необходимость обработки антипиренами и антисептиками Усадка Уплотнение межвенцового пространства Появление трещин Сравнительно высокая теплопроводность Сравнительно высокая стоимость Необходимость устройства облицовочного покрытия
2. Каркасная стеновая панель с минераловатным наполнением	
Простота возведения Доступность Распространенность	Необходимость обработки антипиренами и антисептиками Необходимость устройства облицовочного покрытия Мостики холода Образование плесени и дереворазрушающих грибов Парниковый эффект в помещениях
3. Каркасная стеновая панель с наполнением из пенополистирола	
Простота возведения Доступность Распространенность	Необходимость обработки антипиренами и антисептиками Необходимость устройства облицовочного покрытия Горючесть Мостики холода Образование плесени и дереворазрушающих грибов Парниковый эффект в помещениях
4. Каркасная стеновая панель с наполнением из эковаты	
Простота возведения Ремонтопригодность Экологичность Высокая энергоэффективность	Необходимость устройства облицовочного покрытия Малая распространенность

Анализ положительных и отрицательных сторон также говорит о сравнительно высоких потребительских, качественных, эксплуатационных характеристиках каркасной стеновой панели с наполнением из эковаты.

Таким образом, современные требования к энергоэффективности здания требуют следующих строительных решений:

- в современном малоэтажном деревянном каркасном домостроении, согласно проведенного анализа и расчетов, в качестве теплоизолирующего материала необходимо использовать эковату;
- расположение здания с учетом местности, солнечного освещения, преобладающих ветров;
- форма здания, должна быть максимально скомпонована с учетом минимизации площади стеновых конструкций к площади здания в целом.
- помещения с большими окнами должны быть расположены на южной стороне, малые окна или их отсутствие - на северной;
- максимальное использование буферных тепловых зон (теплицы, предбанники, солнечные окна и т.д.);
- наружные ограждения (стены, крыша или перекардтие крыши) хорошо термоизолированы, герметичны, с минимальным количеством термических утечек;

- использование наружных окон и дверей с высокой термической изолированностью и повышенной герметичностью;
- ночная изоляция окон;
- конструкция здания, исключая мостики холода;
- балконы специальной конструкции, ограничивающей до минимума термические утечки;
- автоматическая рекуперация вентилируемого воздуха;
- система отопления и горячего водоснабжения с высоким КПД;
- возможное использование солнечных коллекторов для нагрева бытовой горячей воды.

Библиографический список

1. Тимофеев П.А., Исаев А.П., Щербаков И.П. Леса среднетаежной подзоны Якутии. - Якутск: ЯНЦ СО РАН, 1994. – 140 с.
2. Буслаев Ю.Н. Прочность цельной и клееной древесины при низких температурах: Учебное пособие. - Якутск: Изд-во ЯГУ, 1992. - 73 с.
3. Бадьин Г. М. Строительство и реконструкция малоэтажного энергоэффективного дома. - СПб.: БХВ-Петербург, 2011. - 432 с.

Рассмотрены строительные материалы, применяемые в малоэтажном деревянном домостроении и их сравнительные характеристики. Приведены теплотехнические расчеты стеновых конструкций каркасных деревянных домов с различными теплоизолирующими материалами.

The aim of this work is a matter of choice insulating material such as the argument of the integral index of energy efficiency as a wooden house as a whole.

Considered building materials used in low-rise wooden building and in their comparative performance. Given thermal engineering calculations wall construction frame wooden houses with a variety of insulating materials.