

Раимова Альфия Талгатовна

канд. техн. наук, доцент

Герц Владимир Андреевич

студент

Сыродоева Лилия Викторовна

студентка

ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет»

г. Оренбург, Оренбургская область

DOI 10.21661/r-130497

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МАТЕРИАЛЫ В СОВРЕМЕННОМ ИНДИВИДУАЛЬНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Аннотация: в статье проведен анализ утеплителей, сравнительный анализ разнотипных утеплителей, определены значения теплопотерь при их применении для утепления жилого дома, обоснован выбор оптимального энергоэффективного утеплителя для Оренбургской области.

Ключевые слова: энергоэффективный утеплитель, тепловые потери, энергосбережение, пенополиуретан, пеноизол, минвата, экологичность, окупаемость, теплый дом.

Снижение тепловых потерь в индивидуальном жилье получают путем использования современных качественных утеплителей еще на этапе проектирования. Профессиональный выбор утеплителя позволяет при строительстве значительно снизить расходы на газобетон, кирпич, раствор, в процессе же эксплуатации готового объекта обеспечить энергосбережение при отоплении здания, что определяет актуальность выбранной темы.

Теплоизоляционные материалы используются для утепления перекрытий, наружных стен, чердачных помещений, кровель. В последнее время наблюдается очень резкое ужесточение требований, предъявляемых к теплотехническим характеристикам ограждений. Все актуальнее становится тема о возведении домов

с энергосберегающими материалами. Строительство энергосберегающих домов распространено в США и Западной Европе.

Цель исследования заключается в изучении влияния энергоэффективных технологий и материалов на потери тепла в индивидуальном жилье.

Безусловно, на теплопотери дома влияют его расположение и компактность. Однако существенную роль оказывают и правильный выбор утеплителя дома, и технология его обустройства. В работе были исследованы составляющие жилого дома: от фундамента до крыши. Проведен выбор оптимального варианта утепления здания в нашем регионе, т. е. в Оренбургской области.

Важно отметить, что многие из теплоизоляционных материалов имеют ряд существенных недостатков, в частности вероятность образования щелей в процессе монтажа, высокие расходы, связанные с перевозкой теплоизоляционного материала большого объема, возникновение мостиков холода в местах крепления теплоизоляционного материала. Наиболее энергоэффективными утеплителями в нашем регионе являются пенополиуретан и пеноизол. Пеноизолом утепляются наружные стены, а пенополиуретаном – все остальные конструкции. Уникальность данных материалов в том, что процесс производства происходит непосредственно на объекте утепления.

Пенополиуретан, представляющий собой материал ячеистой структуры и на (85–97)% объёма состоящий из воздуха или газов, находящихся в порах, имеет самую низкую теплопроводность среди всех теплоизоляционных материалов (0,019–0,03 Вт/м °С). Низкая гигроскопичность и акустическая проницаемость выделяют данный утеплитель как приоритетный для утепления подвальных помещений и крыш.

Фундамент является несущей частью любого строения. При недостаточной теплоизоляции стены фундамента теряют 15–20% энергии. Чаще всего промерзание фундамента происходит по причине неправильного расчета глубины заложения. Однако не меньшее значение имеет и правильность утепления подвального помещения. Технология утепления пенополиуретаном может быть отнесена

к энергоэффективным, поскольку появляется возможность создания бесшовного, монолитного и полностью герметичного слоя теплоизоляции практически любой толщины при отсутствии каких-либо «мостиков холода». Если сравнить с керамзитом, то при одной толщине утеплителя, например в 0,055 м, теплопотери керамзита составляют 6220 Вт против 1133,3 Вт пенополиуретана.

Чердачное перекрытие – одно из наиболее проблемных мест в доме, которое теряет до 30% тепла. Жесткий пенополиуретан широко применяется для утепления крыш. Этот полимер обладает низкой теплопроводностью и паропроницаемостью, обеспечивает высокую адгезию к разным материалам. Он прочен, безопасен и долговечен. Срок эксплуатации теплоизолирующего покрытия превышает 30 лет. Поскольку крыша – это несущая ограждающая конструкция, то очень важно по возможности уменьшение нагрузки на кровлю и несущие балки. В данном случае за счет нанесения теплоизоляции более тонким слоем вес утеплителя снижается. Есть и другие факторы, среди которых не последнее место занимают безопасность и экологичность материала.

Если рассматривать вертикальные ограждающие конструкции, такие как стены, то здесь целесообразнее в качестве утеплителя применить пеноизол, который получают путём вспенивания и последующей полимеризации карбамидоформальдегидной смолы. Уникальность данной технологии в том, что процесс производства происходит непосредственно на объекте утепления, где продукт в жидком виде и под давлением подаётся в утепляемые полости, позволяя полностью заполнить их утеплителем.

Как утеплитель, пеноизол может иметь плотность (10–30) кг/м³ и обладает замечательными теплоизоляционными свойствами с теплопроводностью – (0,028–0,038/) Вт/(м²·°С). Пеноизол достаточно дешёвый материал, его использование обеспечивает экономию ещё на стадии строительства, но ещё большая экономия имеет место на отоплении в процессе эксплуатации дома.

Также огромное влияние на теплопотери оказывает выбор размеров и расположения оконных блоков. Сегодня одним из наиболее популярных видов окон

признаны пластиковые окна. Они защищают от шума, пыли, сквозняков, экологичны, не требуют тщательного ухода, современны, красивы, надежны. По результатам многочисленных исследований достоинств и недостатков самым оптимальным в настоящее время в нашем регионе (Оренбургская область) является ПВХ профиль Favorit Space. Один из старейших и крупнейших производителей ПВХ-систем в мире Концерн Deseuninck и один из учредителей Союза производителей ПВХ-профиля России. При разумной цене обеспечиваются высокие качества.

Помимо оконных проемов большое количество тепла уходит через дверные проемы. Как правило, при изготовлении полотна, а именно коробки, обвязки и ребер жесткости, используют так называемый замкнутый профиль (полый металлический профиль замкнутого сечения). Из-за этого происходит быстрое промерзание, так как сталь имеет высокую теплопроводность. Для максимально возможной теплоизоляции индивидуального дома приняты двери, утепленные из швейцарского непромерзающего профиля «Sonex». Замкнутый контур деталей коробки и обвязки, как правило, и являющийся причиной промерзания, в нашей конструкции «разделен» специальной термовставкой.

Все выше подобранные конструкции и их качества послужили основой для теплотехнического расчета, с помощью которого можно будет подтвердить энергоэффективность выбранных утеплителей. В качестве примера для теплотехнического расчета выбран индивидуальный двухэтажный коттедж с размерами в плане 10м x 8м, который проектируется в Оренбургской области, вдали от городской среды. Зона влажности – 2-нормальная.

В работе были проведены расчеты и сравнение теплотерь элементов здания при использовании двух утеплителей одной толщины.

Теплопотери конструкций рассчитывались по данной формуле:

$$Q = \frac{1}{R} \cdot S \cdot \Delta t \quad (1)$$

где S – площадь конструкции, m^2 ;

Δt – разница температур внутри и снаружи дома, $^{\circ}C$;

R – сопротивление теплопередаче существующей ограждающей конструкции, $\text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$.

Результат теплотехнического расчета приведен в таблице 1.

Таблица 1

Результаты теплотехнического расчета

	$S, \text{м}^2$	<i>I вариант</i>			<i>II вариант</i>		
		Толщина утеплителя d , м	Утеплитель	Теплопотери Q , Вт	Толщина утеплителя d , м	Утеплитель	Теплопотери Q , Вт
Наружные стены	206,90	0,10	Минвата	3214,0	0,040	Пеноизол	3141,0
Перекрытие	87,36	0,12	Минвата	1320,0	0,055	Пенополиуретан	1368,0
Пол 1 этажа	87,36	0,12	Минвата	204,0	0,055	Пенополиуретан	207,0
Стены фундамента	78,96	0,60	Керамзит	1133,0	0,055	Пенополиуретан	1133,2
Окна	29,10	–	–	1059,0	–		1059,0
Двери	2,10	–	–	274,4	–		274,4
Общие теплопотери			$Q_{\text{общ}} = 7204,4 \text{ Вт}$			$Q_{\text{общ}} = 7182,6 \text{ Вт}$	

Очевидно, что при одинаковой толщине утеплителей, выбранные энергоэффективные утеплители теряют в 2 раза меньше тепла, по сравнению с рядовыми утеплителями. При увеличении толщины рядового утеплителя возможно снижение теплопотерь до уровня теплопотерь энергоэффективных утеплителей. Однако в этом случае повышается стоимость рядового утеплителя.

Чтобы определить и оценить, насколько экономически выгодно выполнение работ по энергетическому улучшению, необходимо проанализировать данные, приведенные в таблице 2.

Стоимость утеплителя

	S, м ²	I вариант			II вариант		
		Толщина утеплителя d, м	Утеплитель	Стоимость С, руб.	Толщина утеплителя d, м	Утеплитель	Стоимость С, руб.
Наружные стены	206,90	0,1	Минвата	28000	0,04	Пеноизол	13000
Перекрытие	87,36	0,12	Минвата	14000	0,055	Пенополиуретан	40000
Пол 1 этажа	87,36	0,12	Минвата	14000	0,055	Пенополиуретан	40000
Стены фундамента	78,96	0,6	Керамзит	66326	0,055	Пенополиуретан	35000
Окна	29,10	–	–		–		
Двери	2,10	–	–		–		
		$Q_{общ} = 7204,4 \text{ Вт};$ $C_{\Sigma} = 123000 \text{ руб.}$			$Q_{общ} = 7182,6 \text{ Вт};$ $C_{\Sigma} = 128000 \text{ руб.}$		

Основным показателем экономической эффективности сокращения теплопотерь является срок окупаемости системы утепления, рассчитываемый по формуле

$$n = \frac{0,4167 \cdot C_T \cdot d}{Z_{ht} \cdot \Delta t \cdot C_{TЭН} \cdot \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{R + \frac{0,01d}{\lambda}} \right)} \quad (2)$$

где n – срок окупаемости, лет;

C_T – стоимость утеплителя за м³ [3; 4];

d – толщина утеплителя, см;

Z_{ht} – продолжительность отопительного сезона ($Z_{ht} = 202$ суток по [1]);

R – сопротивление теплопередаче существующей ограждающей конструкции, м²·°C/Вт;

λ – теплопроводность утеплителя, Вт/(м²·°C) [2];

Δt – средняя разница между наружной и внутренней температурой ограждающей конструкции за отопительный сезон ($\Delta t = 52^\circ\text{C}$);

$Ст_{эн}$ – стоимость тепловой энергии за 1 кВт·ч.

В качестве примера проведен расчет срока окупаемости двух типов утеплителя наружной стены:

а) I вариант (минвата):

$$n = \frac{0,4167 \cdot 1330 \cdot 10}{202 \cdot 52 \cdot 3 \cdot \left(\frac{1}{3,36} - \frac{1}{3,36 + \frac{0,01 \cdot 10}{0,04}} \right)} = 1 \text{ год } 5 \text{ месяцев}$$

б) II вариант (пеноизол):

$$n = \frac{0,4167 \cdot 1440 \cdot 4}{202 \cdot 52 \cdot 3 \cdot \left(\frac{1}{3,35} - \frac{1}{3,35 + \frac{0,01 \cdot 4}{0,028}} \right)} = 10 \text{ месяцев}$$

В результате анализа выявлено, что при практически одинаковых затратах на утепление конструкций:

- окупаемость энергоэффективного материала происходит быстрее;
- снижаются теплопотери здания;
- при наименьшей толщине утеплителя значительно снижается нагрузка на несущие конструкции.

К преимуществам использования энергоэффективных материалов следует отнести и такие показатели, как:

- отсутствие необходимости в складском помещении;
- экономия при транспортировке;
- малое количества рабочих;
- приемлемые сроки установки и нанесение утеплителя.
- высокая шумо- и гидроизоляция.

Таким образом, рассмотренные утеплители следует отнести к наиболее энергоэффективным материалам и наиболее подходящим для строительства «теплого» дома в нашем регионе.

Список литературы

1. СП 131.13330.2012. «Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23–01–99*».
2. СП 50.13330.2012. «Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23–02–2003».
3. Технониколь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.teplo.tn.ru/>
4. Седьмое небо [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.pena56.ru/>