

УДК 502/504 : 691 : 699.865

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ САМЫХ ПОПУЛЯРНЫХ УТЕПЛИТЕЛЕЙ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Поступила 25.01.2016 г.

© **Е. О. Игохина**

Коломенский институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ)», г. Коломна

THE COMPARATIVE ANALYSIS OF THE MOST WELL-KNOWN TYPES OF HEAT INSULATION MATERIALS FOR CONSTRUCTION

Received on January 25, 2016

© **E. O. Igokhina**

Kolomna Institute of Moscow State Technical University «MAMI», Kolomna, Russia

В статье рассматриваются популярные виды утеплителей, применяемых в строительстве, такие как стекловата, минеральная вата, эковата, пенополиуретан. Проведен сравнительный анализ физических параметров, а также представлены преимущества и недостатки каждого из рассматриваемых видов утеплителей. Приведены данные оценки экономической эффективности применения материалов. Работа направлена на выявление лучшего утеплителя из представленных выше. Отмечается, что почти по всем характеристикам пенополиуретан и эковата превосходят другие утеплители.

Ключевые слова: утеплитель, коэффициент теплопроводности, усадка, гидрофобность, гигроскопичность.

Утеплитель – это материал, функцией которого является сохранение тепла в каком-либо здании или комнате. Данный материал работает за счет своей низкой теплопроводности. Он устанавливается, в основном, между пространствами, которым присуща большая разница температуры и влажности. Утеплитель в зависимости от своего пространственного расположения может быть применен как для стен, так и для пола, а также для крыши.

Стекловата. Это утеплитель, изготовленный из отходов производства стекла. При температуре +1450 °С из смеси песка и битого стекла вытягивается волокно. Данный материал состоит из волокон толщиной от 5 до 15 мк и длиной от 15 до 50 мм. Волокна делают стекловату упругой и весьма прочной. Работать с ней надо очень аккуратно – ведь хрупкие стеклянные нити, сломавшись, могут попасть на кожу, в глаза и поранить их. Если случайно вдохнуть стеклянную пыль, то можно повредить легкие [1].

Характеристики стекловаты: коэффициент теплопроводности 0,03...0,052 Вт/(м·К), допустимая температура нагревания до 500 °С.

In this article several different types of insulation used in the construction, are presented. They are glass wool, rock wool, ecowool and polyurethane foam. In this article you come to know with the comparative analysis of physical parameters and you can learn about advantages and disadvantages of each type of insulation. Economic effectiveness for usage of materials is estimated. The work is directed to identifying the best insulation from all that are presented. It is noted that almost all the characteristics of polyurethane foam and cellulose fibre insulation outperform other insulation.

Keywords: insulation, thermal conductivity, shrinkage, hydrophobicity, hygroscopicity.

Преимущества стекловаты: повышенная упругость (ее можно спрессовывать при перевозке до четырех раз, и по завершению транспортировки с легкостью расправить); низкая гигроскопичность; неоспоримая тепло- и звукоизоляция; материал не пожароопасный; не подвержен гниению, плесневению; цена 1 м² утеплителя при необходимой толщине слоя в 180 мм составляет 375 руб. [2].

Недостатки стекловаты: небольшой срок эксплуатации (минимальный срок 7 лет); содержит формальдегид; требуются особые, усиленные методы предосторожности при работе со стекловатой; риск усадки.



Рис. 1. Стекловата

Минеральная вата. Это современный волокнистый материал, изготавливаемый в процессе силикатного сплава горных пород и смесей металлургических шлаков.

Шлаковата. Этот материал, производимый из доменных шлаков, волокна имеют толщину 4...12 микрон, а длина их составляет 16 миллиметров. Так как шлаки обладают таким свойством, как остаточная кислотность, то в сыром помещении они могут агрессивно воздействовать на металлические поверхности. Кроме того, шлаковата слишком хорошо впитывает влагу, поэтому она непригодна для теплоизоляции фасадов зданий [1]. Цена 1 м² утеплителя при необходимой толщине слоя в 200 мм составляет 320 руб. [2].



Рис. 2. Шлаковата

Характеристики шлаковаты: коэффициент теплопроводности 0,46...0,48 Вт/(м·К); предельно допустимая температура нагревания до 300 °С (при превышении этого значения происходит спекание волокон, и материал перестает быть теплоизолятором); высокая гигроскопичность.

Каменная вата. У этой разновидности минеральной ваты волокна примерно такие же по размеру, как у шлаковаты. Но у них есть существенное преимущество – они не колются. Поэтому работать с каменной ватой гораздо безопаснее, чем с материалом из стекла или шлака. Ее коэффициент теплопроводности составляет 0,077...0,12 Вт/(м·К), а греть ее можно до 700 °С.



Рис. 3. Каменная вата

Из разновидностей каменной ваты самыми лучшими параметрами обладает базальтовая вата. Она сделана, как и обычная каменная. Но в каменной вате присутствуют доменные шлаки, шихта и минеральные компоненты (глина, известняк и доломит). Связующего компонента, основанного на формальдегидной смоле, содержится меньше (от 2,5 до 10 %). Уменьшение объема этого вещества делает материал менее влагостойким, и угроза испарения фенола также уменьшается. В результате снижается опасность для здоровья людей. Цена 1 м² утеплителя при необходимой толщине слоя в 180 мм составляет 360 руб. [1, 3].

Вата из базальта отличается тем, что никаких дополнительных компонентов не содержит. Поэтому она может спокойно выдерживать нагревание до 1000 °С. И обыкновенная каменная, и базальтовая вата не горят, если их нагревать выше допустимой температуры, то волокна материала будут только плавиться, спекаясь друг с другом.

Вред минеральной ваты. Современные исследования строительных материалов нередко содержат указания на то, что минеральная вата небезопасна для здоровья людей.

Минеральные ваты могут содержать в своем составе вредные компоненты, минеральные волокна и связывающие смолы. Воздействие этих веществ на организм человека сказывается негативно. В частности, они могут оказать поражающее действие на дыхательные органы, кожу, глаза.

Зарубежные строительные корпорации стараются по возможности не использовать минеральную вату в жилых помещениях.

В составе минеральной ваты есть фенол, способный довольно легко проникать в кожные покровы человека. После чего начинается его опасное воздействие. Есть исследования, показывающие, что даже в сравнительно малом количестве фенолы могут вызывать головные боли, кашель, слабость. В больших количествах фенолы могут провоцировать более серьезные последствия, вплоть до обмороков и судорог [1, 4].

Пенополиуретан. Идея, лежащая в основе изобретения этого материала, построена на теплоизоляционных свойствах воздуха. В основе производства лежит химическая реакция двух компонентов: изоцианата и полиола. Вследствие чего

получают материал, состоящий из мельчайших микрокапсул с воздухом.



Рис. 4. Пенополиуретан

Получить технологически пенополиуретан можно двумя способами: заливкой и напылением.

Способом заливки получают монолитные формы теплоизоляционного материала. Путем запуска химической реакции изоционата и полиола без доступа воздуха; получается ровная струя исходного материала, которую заливают в форму. В течение 30 секунд вспененный материал заполняет все ее пространство. Преимущества технологии заключается в экономии времени и возможности получения любой формы и идеального рельефа.

Технология напыления очень напоминает покрасочные работы с использованием краскопульта, из которого вместо привычной краски под давлением летит мелкодисперсная аэрозольная масса.

Таким образом, пенополиуретан напыляют на обрабатываемую поверхность, уже в течение 1–3 секунды масса вспенивается и значительно увеличивается в объеме, заполняя любые пустоты, трещины и прочие дефекты. Компоненты для выполнения напыления перемешиваются в строгих пропорциях и дозировках.

У данной технологии есть огромные преимущества:

нет необходимости задействовать большое количество транспорта, оплачивать погрузочно-разгрузочные работы, а можно все организовать с малыми затратами и прямо на месте;

возможность обработать поверхности даже самого замысловатого рельефа и даже там, куда затруднен доступ;

время создания теплоизоляционного слоя сокращается в разы, давая ощутимую экономию;

отсутствие швов на покрытии повышает теплоизоляционные характеристики и

значительно снижает риск повреждения теплоизоляции на стыках и швах.

Преимущества утеплителей из пенополиуретана:

низкие показатели теплопроводности (0,023...0,032 Вт/(м·К)); имеет долгий срок службы без периодического ремонта (срок службы напрямую зависит от условий эксплуатации, но минимальный срок составляет 30 лет, при этом материал не растрескивается и не деформируется; материал не подвержен процессам гниения и разложения; высокий уровень адгезии к любому материалу, поэтому применение пенополиуретана не требует клея или дополнительного крепежа; быстрота выполнения работ; материал совершенно нетоксичен; пенополиуретан – трудногорючий материал за счет добавления антипиренов (горение не поддерживает и не самовоспламеняется, будет плавиться только вблизи при направленном открытом пламени); пенополиуретан можно применять вместо пароизоляционной пленки; цена утеплителя, потраченного на утепление 1 м² при необходимой толщине слоя в 100 мм составляет 750 руб. [3].

Недостатки пенополиуретана: боится ультрафиолетового излучения, поэтому в случае применения для внешних работ нуждается в покрытии; при выборе производителя требует особенно тщательного подхода, поскольку некачественный пенополиуретан может стать настоящей угрозой для здоровья [5].

Эковата. Это вид целлюлозного утеплителя, который является продуктом вторичной переработки. Представляет собой рассыпчатую массу серого цвета.

Общий состав эковаты: в пределах 80 % состоит из целлюлозы вторичной обработки; 12 % составляет борная кислота, которая обладает специальным свойством антисептика, направленным на защиту от воздействия грибковых микроорганизмов и предотвращающая развитие бактерий; тетраборат натрия составляет 8 % от общей массы материала и является сильным антипиреном (основная задача которого заключается в снижении уровня горючести и огнеопасности).

Положительные характеристики эковаты: высокий уровень звукоизоляции (при толщине слоя в 15 миллиметров поглощается до 9 дБ звука, поэтому данный материал пользуется большим спросом в качестве максимальной звукоизоляции аэропортов, музыкальных студий и стадионов); обладает

хорошими теплоизоляционными свойствами (коэффициент теплопроводности материала равен $0,037...0,042 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$); для утепления помещения требуется небольшое количество эковаты; не имеет в своем составе ядовитых и токсических веществ; эковата достаточно легко задувается в самые труднодоступные места; является достаточно удобным бесшовным материалом, что позволяет значительно сэкономить в зимний период времени на отоплении; не содержит в своем составе вредных для человека веществ, вызывающих аллергические заболевания или заболевания кожных покровов; не поддерживает горение и не самовоспламеняется; цена 1 м^2 утеплителя при необходимой толщине слоя в 170 мм составляет 190 руб. [2].



Рис. 5. Эковата

Недостатки эковаты:

обладает хорошими теплоизоляционными свойствами, однако они через некоторое время значительно снижаются и повышается теплопроводность, на что непосредственно влияют определенные факторы (во время эксплуатации эковата значительно уменьшается

в объеме в пределах 20% от общей массы (в целях избежания оседания материала, многие специалисты советуют закладывать утеплитель с небольшим избытком в $20...25 \%$, что позволит полностью покрыть уменьшенный объем эковаты в будущем); эковата впитывает достаточно большое количество влаги в пределах $9...15 \%$, при каждом увеличении влажности на один процент возрастает уровень теплопроводности от одного до двух с половиной процентов, поэтому слой теплоизоляции должен быть проветриваемым и иметь возможность отдать эту влагу в атмосферу);

для удобного монтажа потребуется дополнительное оборудование (оно требуется не только при мокром способе утепления); во избежание снижения уровня теплоизоляции помещения, для правильного монтажа, требуется помощь высококвалифицированных специалистов, имеющих опыт работы с эковатой;

важно знать, что при осуществлении сухого вида монтажа, эковата образует пыль, а при использовании влажного способа нанесения долго высыхает; в зависимости от наличия атмосферных условий в месте проведения строительных работ и толщины слоя нанесения материала, сохнуть эковата будет $48-72$ часов, а в некоторых случаях и дольше; это является большим недостатком в установке монтажа, так как зачастую времени на ведение ремонтных работ выделяется гораздо меньше;

при проведении работ по утеплению конструкций вертикального типа может возникнуть риск усадки с наличием неутепленных полостей [6].

В таблице приведены все основные характеристики рассмотренных в статье утеплителей.

Свойства и технические характеристики утеплителей

Свойства	Утеплители				
	Стекловата	Шлаковата	Каменная вата	Пенополиуретан	Эковата
Пожароопасность	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет
Экологичность	Нет	Нет	Нет	Да	Да
Подверженность к гниению	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет
Гидрофобность	Хорошая	Хорошая	Низкая	Низкая	Низкая
Герметичность	Средняя	Средняя	Средняя	Отличная	Отличная
Минимальный срок службы	7	20	20	30	30
Коэффициент теплопроводности, $\text{Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$	$0,03...0,052$	$0,46...0,48$	$0,077...0,12$	$0,023...0,032$	$0,037...0,042$
Риск усадки	Есть	Есть	Есть	Нет	Есть
Гигроскопичность	Да	Да	Нет	Нет	Нет
Предельно допустимая температура нагревания, $^{\circ}\text{C}$	500	300	700	500	1000
Тепло- и звукоизоляция	Отличная	Отличная	Отличная	Отличная	Отличная
Цена 1 м^2 утеплителя при необходимой толщине слоя (в рублях)	375	320	360	1080	190

Примечания: желтым обозначены средние показатели, зеленым – лучшие; красным – худшие.

Выводы

На основе данных таблицы, мы можем увидеть, что почти по всем характеристикам пенополиуретан и эковата превосходят другие утеплители. Но при оценке экономичности утеплителей, как и других строительных материалов, следует учитывать не только их цену, но и стоимость производства работ по монтажу и элементов монтажа, транспортные расходы, а также стоимость монтажа пароизоляционной пленки. В случае с эковатой и другими утеплителями, понадобятся дополнительные расходы на монтаж и транспорт. А так как пенополиуретан является хорошим пароизолятором, следовательно, монтаж пленок не требуется, так же нет элементов монтажа, так как пенополиуретан имеет высокий уровень адгезии к любому материалу. Транспортные расходы намного снижаются, так как из двух 200 л бочек выходит 10...12 м³ готового утеплителя. Мало того скорость проведения работ очень высока. Поэтому можно смело говорить, что пенополиуретан намного лучше по всем характеристикам, чем другие утеплители.

Библиографический список

1. Технические характеристики минеральной ваты, ее марки и критерии выбора. [Электронный ресурс]. – URL: <http://srbu.ru/stroitelnye-materialy/77-minvata-tekhnicheskie-kharakteristiki.html> (Дата обращения 25.01.2016).
2. Сравнение характеристик и свойств утеплителей. [Электронный ресурс]. – URL: <http://ekovatakan.ru/compare/> (Дата обращения 25.01.2016).
3. Цена утеплителя и стоимость утепления. [Электронный ресурс]. – URL: <http://acadomia.ru/articles/svoy-dom-nachalo/the-price-of-insulation-cost-and-insulation/> (Дата

обращения 25.01.2016).

4. Минеральная вата опасна для здоровья. [Электронный ресурс]. – URL: <http://estp-blog.ru/rubrics/rid-6043/> (Дата обращения 25.01.2016).

5. Свойства и характеристики пенополиуретана его достоинства и недостатки. [Электронный ресурс]. – URL: <http://srbu.ru/stroitelnye-materialy/81-penopoliuretana-kharakteristiki.html> (Дата обращения 25.01.2016).

6. Эковата – недостатки и достоинства утеплителя. [Электронный ресурс]. – URL: <http://srbu.ru/stroitelnye-materialy/8-ekovata-nedostatki.html> (Дата обращения 25.01.2016).

7. Белый В. С., Адамушко Н. Н. Применение рядов Фурье для прогнозирования технического состояния здания // Экология и строительство. – 2015. – № 1. – С. 11–14.

8. Синицын В. И. Состояние и перспективы реконструкции систем отопления и вентиляции в школах города Москвы // Экология и строительство. – 2015. – № 3. – С. 4–8.

9. Синицын В. И., Шуршакова Е. В. Современные тенденции в проектировании систем теплогазоснабжения и вентиляции // Экология и строительство. – 2015. – № 4. – С. 15–17.

Сведения об авторе

Игохина Елена Олеговна, студентка (e-mail: Eigohina@mail.ru).

Information about the author

Igokhina Elena Olegovna, student (e-mail: Eigohina@mail.ru).

Для цитирования: Игохина Е. О. Сравнительный анализ самых популярных утеплителей в строительстве // Экология и строительство. – 2016. – № 1. – С. 7–11.