

## Теплоизоляционные материалы в строительстве. Каменная вата или стекловолокно: сравнительный анализ

Региональный менеджер И.А. Бердюгин\*,  
ОАО "Каменный карьер"

### Введение

Для чего нужна теплоизоляция?

С развитием цивилизации, когда борьба за тепло перестала быть настолько острой, облик зданий и технология их возведения значительно изменились. Увеличился как размер окон, так и их количество, стены и крыши стали тоньше, массивные очаги и русские печи сменились батареями центрального отопления, а на смену дерну, мху, войлоку и пакле пришли новые теплоизоляционные материалы.

Однако и в настоящее время проблема сбережения тепла остается острой. Причин тому несколько. Во-первых, чтобы обогреть сотни миллионов квадратных метров плохо утепленных жилищ, необходимо тратить поистине астрономические суммы на топливо, да и запасы ископаемого топлива не бесконечны. Во-вторых, в последние несколько десятков лет приобрело значение усилившееся антропогенное воздействие на окружающую среду.

Для того чтобы сберечь и деньги, и природу, приходится утеплять здания, вне зависимости от их назначения (жилые, административные или промышленные). Причем современное утепление, помимо своего прямого действия, дает и ряд приятных «побочных» эффектов: хорошую шумо- и виброизоляцию и прочную основу под разнообразные отделочные покрытия.

Чтобы правильно выбрать теплоизоляционный материал, нужно знать, чего мы хотим добиться, и для каких именно целей он нам нужен.

Основными типами теплоизоляционных материалов в мире является минеральная вата (каменная вата и стекловолокно) – 52%. При этом более двух третей мирового спроса на изоляцию приходится на строительство зданий [1].

Главная задача теплоизоляционного слоя – обеспечение заданных теплозащитных свойств в течение заданного времени при заданных условиях эксплуатации.

Выбор утеплителей проводится на основе сравнительного анализа их свойств. Критериями надежности утеплителей являются показатели свойств, определяющие надежность конструкции по сохранению теплозащитных свойств в условиях эксплуатации в течение заданного времени.

Целью данной статьи является сравнение каменной ваты и стекловолокна с целью правильного выбора того или иного материала для конкретных видов конструкций.

### Определение понятий «каменная вата» и «стекловата»

Минеральная вата – теплоизоляционный материал на основе минеральных волокон. Минеральные волокна бывают различных видов: стекловолокно; шлаковое волокно; каменное волокно.



Стекловолокно – минеральное волокно, производимое, преимущественно, из природного песка (кварца) или вторичного стекла. Из стекловолокна изготавливается стекловата.



Каменное волокно – минеральное волокно, производимое, преимущественно, из расплавленных горных породы (в основном базальтовых). На каменном волокне основана каменная вата.



Шлаковое волокно – минеральное волокно, производимое из доменного шлака (на сегодняшний день в РФ распространено слабо, из-за низких технических и потребительских свойств).

## I. Технология производства

### Минеральная вата на основе стекловолокна (стекловата)

Для получения стекловолокна используют то же сырье, что и для производства обычного стекла, или отходы стекольной промышленности. Исходное сырье для производства стекловаты – песок, сода, доломит, известняк, бура или этибор. Современные производства используют до 80% стеклобоя. Стекловата является эластичным, легким, теплым материалом.

Изготовление стекловолокна начинается с расплавления в печи песка, вторичного стекла и добавок. Расплавленное стекло за счет центробежной силы продавливается через фильеры и распыляется на миллионы нитей, в которые впрыскивается связующее.

Полученный продукт по конвейеру подается в печь полимеризации, а после нарезается до требуемых размеров готовых изделий. В некоторых случаях на изделие приклеивается покрытие (кашировочный материал).

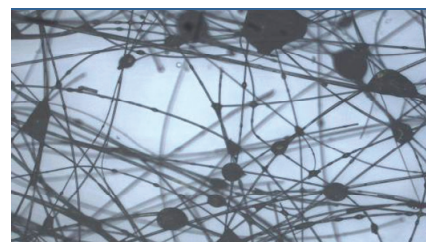


Рисунок 1. Фрагмент волокнистой структуры стекловолокна



Рисунок 2. Процесс волокнообразования

### Минеральная вата на основе базальтовых пород (каменная вата)

Минеральная вата – волокнистый теплоизоляционный материал на синтетическом связующем, получаемый из минерального сырья – силикатных расплавов горных пород. Основой для производства минеральной ваты служит базальт, который плавят в специальных печах при температуре около 1500°C. При производстве из такой расплавленной базальтовой массы формируются волокна, в которые потом добавляют синтетическое связующее, которое скрепляет эти волокна, а также дополнительные химические «присадки», с помощью которых вату пытаются наделить такими свойствами как, например, гидрофобность, плотность и т.п. В итоге мы получаем материал с открытой ячеистой структурой, который – в зависимости от модификации – способен работать при температурах до 1000°C.

## II. Применение

Правильное применение качественной теплоизоляции стало насущной необходимостью. В строительстве сегодня используют современные материалы и технологии, позволяющие сберечь тепло более эффективно. Это, например, сложные трехслойные конструкции из железобетонных панелей, блоков легкого бетона, кирпича с обязательным средним слоем теплоизоляции, а также многослойные системы фасадного утепления – вентилируемые фасады и системы «мокрого» типа.

Надо сказать, что утеплить как в строящемся, так и в уже построенном здании можно буквально все, от фундамента до крыши. Однако для достижения максимальной эффективности необходимо знать некоторые технические особенности, характерные для разных сфер применения теплоизоляции.

### Стены

В уже построенных домах часто применяют внутреннее утепление, хотя с точки зрения теплотехники это не самый лучший вариант. Дело в том, что в этом случае, помимо уменьшения полезной площади, влага, неизбежно образующаяся в жилом помещении, начинает конденсироваться на холодной части стены, то есть под теплоизоляцией. Итогом становится отсыревание стен, что негативно отражается на внутренней отделке помещений и здоровье находящихся в них людей. Чтобы этого избежать, необходимо использовать пароизоляцию.

Лучшим вариантом, по мнению специалистов, является фасадное утепление, позволяющее не только эффективно и надежно утеплить уже построенное здание, но и придать ему новый облик. Стоит сказать, что такое утепление является наиболее грамотным со всех точек зрения. Дело в том, что по сравнению с другими конструкциями стены имеют гораздо большую площадь, и поэтому наиболее уязвимы для холода: до 40% всех потерь тепла происходит именно через них. При этом внешние части стен здания при эксплуатации испытывают неблагоприятное воздействие перепадов температур, осадков, солнечной радиации и других вредных факторов.

Если утепление проводится снаружи, проблема конденсации влаги весьма эффективно решается использованием современных паропроницаемых утеплителей. Зона выпадения конденсата смещается в слой утеплителя, который испаряет его в окружающую среду. Это позволяет несущей стене оставаться сухой и благоприятно отражается на состоянии конструкции. Кроме того, стена внутри теплоизоляционной «шубы»

Бердюгин И.А. Теплоизоляционные материалы в строительстве. Каменная вата или стекловолокно: сравнительный анализ

перестает подвергаться температурным перепадам, и, оставаясь постоянно нагретой изнутри, становится своеобразным аккумулятором тепла, способствуя сохранению комфортной температуры.

При монтаже теплоизоляции в фасадной системе необходимо следить, чтобы плиты плотно прилегали к изолируемой поверхности и друг к другу, заполняли весь предусмотренный для этого объем, а в местах примыкания не оставалось щелей. При многослойной изоляции желательно, чтобы каждый последующий слой перекрывал внахлест швы предыдущего слоя. Для вентилируемых фасадных систем могут применяться плиты из минеральной ваты на синтетическом связующем с плотностью 80–130 кг/м<sup>3</sup>. Такие плиты применяют в качестве однослойной теплоизоляции или в качестве наружного слоя при выполнении изоляции в два слоя, при этом внутренний слой выполняется из более легкой гидрофобизированной минплиты с плотностью 30–80 кг/м<sup>3</sup>. В вентилируемых фасадных системах широко применяются стекловолоконные плиты. При выборе стекловолоконных плит для утепления вентилируемых фасадов, как один из вариантов, может быть рекомендовано двухслойное утепление. Система утепления при этом получается одновременно мягкой и достаточно жесткой. Допускается также вариант использования двухслойного утепления с внутренним слоем из стекловолоконной плиты, а наружным – из минераловатной плиты.

### Кровля

Обратим внимание на крышу. Известно, что через нее уходит до 20% тепла. Утепление скатных крыш, основного конструктивного решения в частном строительстве, осложнено тем, что в кровельных конструкциях чаще всего используются горючие или неогнестойкие материалы (такие как дерево, сталь или алюминий). Следовательно, для того чтобы минимизировать последствия пожара, необходимо применять негорючую теплоизоляцию.

Также очень важно, чтобы утеплитель свободно пропускал водяные пары, но не был гигроскопичным (не набирал влагу из атмосферы), так как при увеличении влажности материала всего на 5% его теплоизоляционная способность уменьшается почти в два раза.

Учитывая приведенные требования, для утепления скатных кровель хорошо подходят легкие плиты из каменной ваты, которые устанавливают между стропилами. Между прочим, грамотное утепление скатных кровель позволяет превратить чердачное помещение в жилое (мансарду), что увеличивает полезную площадь жилья.

Заметим также, что преобладающие в городах и входящие в моду в индивидуальном строительстве плоские кровли невозможно создать без использования качественной теплоизоляции. При этом требования к ней очень жесткие, ведь в отличие от скатной крыши, плоская (с уклоном около 2%) подвергается большей нагрузке, и все ее элементы должны быть отличного качества. Так называемый «кровельный пирог» – сложная многослойная инженерная конструкция, включающая в себя основание (профнастил или плита перекрытия), пароизоляцию, предотвращающую попадание водяных паров из помещения в теплоизоляцию, теплоизоляцию и, в завершение, гидроизоляционный ковер. Теплоизоляция в этом случае должна обладать достаточной жесткостью, чтобы выдержать значительную нагрузку, не теряя при этом своих качеств.

### Подвал

В последнее время подвалы все чаще используются как подсобные помещения, мастерские и пр. Сделать подвал или цокольный этаж жилым возможно только при условии достаточной толщины теплоизоляции всех контактирующих с грунтом частей здания. Если на этапе закладки фундамента не была выполнена сплошная наружная гидро- и теплоизоляция периметра здания по схеме «грунт, гидроизоляция, теплоизоляция, фундамент», добиться приемлемого микроклимата будет сложно и дорого.

### Пол

Полы целесообразно утеплять и еще по одной немаловажной причине – слой теплоизоляции служит хорошим звукопоглотителем. Как известно, полы укладываются разными способами, следовательно, подбирать утеплитель следует с учетом их конструкции. При укладке полов по лагам утеплитель располагается между ними и не подвергается нагрузке, поэтому в таком случае целесообразно использовать легкие плиты из каменной ваты. Если предусматривается цементная стяжка, следует применять более жесткие теплоизоляционные материалы.

Пол и потолок в большинстве домов связаны воедино. И конечно, потолок тоже может быть утеплен. Помимо сбережения тепла, в данном случае теплоизоляция выполняет и еще одну очень важную роль – она становится отличным звукоизолятором.

### III. Стоимостный расчет на примере объекта в г. Новосибирске

Рациональный выбор материала утеплителя для конкретной конструкции очень важен. Рациональность в этом случае означает, что для определенной конструкции (например, стены или крыши) вы смогли выбрать самый эффективный утеплитель – по природе материала, по его теплоизоляционным свойствам, вы рассчитали необходимую толщину слоя и затратили при всех ваших расчетах рациональное количество средств.

Рассмотрим административное здание со встроенными торговыми помещениями, индивидуальным тепловым пунктом и подземной автостоянкой по улице Владимировская в Заельцовском районе города Новосибирска.

- район по ветровому давлению: III (38 кг/м<sup>2</sup>, СНиП 2.01.07-85\*);
- расчетная температура воздуха наиболее холодного периода: -39°C;
- климатический район строительства: В;
- уровень ответственности здания: II;
- класс функциональной пожарной опасности: Ф 1.3;
- степень огнестойкости здания: II;
- нормативная снеговая нагрузка: 250 кг/м<sup>2</sup>;
- материал ограждающих конструкций: полнотелый кирпич на цементно-песчаном растворе М50, толщина кладки 250 мм.

Площадь утепляемой поверхности составляет 2662 м<sup>2</sup>. Теплоизоляция здания выполняется в два слоя. Крепление утеплителя должно производиться по слоям, начиная с нижнего ряда. Крепление слоев плит во избежание мостиков холода необходимо производить внахлест.

В первом варианте рассчитаем стоимость утепления для данного объекта с применением минераловатного утеплителя. Применим плиты на основе базальтового волокна Rockwool ВЕНТИ БАТТС. Плиты имеют комбинированную структуру и состоят из жесткого верхнего (наружного) и более легкого нижнего (внутреннего) слоев. Размер плит 1000х600х150 мм. Их стоимость составляет 399,6<sup>1</sup> р/м<sup>2</sup>. Стоимость на объект 1063735 руб.

Во втором варианте рассчитаем стоимость утепления для данного объекта с применением плит из стекловолокна. Для внутреннего слоя рассмотрим плиты из стекловолокна URSA GLASSWOOL П-30, размером 1250х600х100 мм и стоимостью 220 р/м<sup>2</sup>. Стоимость на объект 585640 руб. Для внешнего слоя рассмотрим плиты из стекловолокна URSA GLASSWOOL Фасад (материал, специально предназначенный для применения в фасадных системах с вентилируемым воздушным зазором. Используется в качестве наружного слоя при однослойном и двухслойном утеплении многоэтажных и высотных зданий), размером 1250х600х50 мм и стоимостью 141,5\* р/м<sup>2</sup>. Стоимость на объект 376673руб. Итого стоимость на объект 962313 руб.

Как мы видим из расчета, дешевле утеплять данное здание плитами из стекловолокна (производство стекловаты дешевле, т. к. имеет постоянный химический состав), однако нельзя однозначно утверждать, что данный вид утепления лучше, ведь в большинстве случаев для навесных вентилируемых фасадов применяют именно каменную вату. Сомнения в надежности и устойчивости относятся как к щелочестойкости стекловолокна, так и к прочности на разрыв, недостаточность которой обусловлена самим способом изготовления плит. Кроме того, стекловолокно при 600°C уже полностью расплавится, тогда как при пожаре температура над верхним срезом оконного проема может достигать 1000 °С.

В том случае, если необходимо достичь жесткой экономии при устройстве вентилируемого фасада, допустимо использовать паропроницаемую вату из стекловолокна. Жесткие плиты из базальтового волокна, имеющие высокие прочностные и деформационные характеристики, в навесных вентилируемых фасадах использовать предпочтительнее.

### IV. Анализ и обработка данных. Выявление преимуществ и недостатков, обоснованность выбора конкретного вида теплоизоляции

И каменная вата, и стекловата имеют достоинства и недостатки. Рассмотрим кратко достоинства этих материалов.

Основным свойством каменной ваты, отличающим ее от многих других ТИМ, является негорючесть в сочетании с высокой тепло- и звукоизолирующей способностью. К тому же ТИМ на основе базальтового

<sup>1</sup> указаны цены Новосибирских компаний, предлагающих различные виды теплоизоляции

волокна обладают устойчивостью к температурным деформациям, негигроскопичностью, химической и биологической стойкостью, экологичностью и легкостью выполнения монтажа.

По требованиям пожарной безопасности изделия из каменной ваты относятся к классу негорючих материалов (НГ). Более того, они эффективно препятствуют распространению пламени и применяются в качестве противопожарной изоляции и огнезащиты. Теплопроводность изделий складывается из трех составляющих: теплопроводности волокон, теплопроводности воздушной среды и влаги, находящихся между волокнами, а также передачи тепла лучеиспусканием.

Важное свойство материалов из каменной ваты – ничтожно малая усадка (в том числе термическая) и сохранение своих геометрических размеров в течение всего периода эксплуатации здания. Это гарантирует отсутствие «мостиков холода», которые в противном случае неизбежно возникли бы на стыках изоляционных плит.

Каменная вата обладает чрезвычайно низкой гигроскопичностью: содержание влаги в изделиях из нее при нормальных условиях эксплуатации составляет 0,5% по объему. Однако хранение на строительной площадке и монтаж теплоизоляции часто происходят во влажных условиях (например, во время дождя). Чтобы минимизировать водопоглощение, вату, как правило, пропитывают специальными водоотталкивающими составами (кремний-органическими соединениями или специальными маслами).

Изоляционные материалы отличаются высокой химической стойкостью. Более того, каменная вата является химически пассивной средой и не вызывает коррозию контактирующих с ней металлов. Теплоизоляционные и механические свойства изделий сохраняются на первоначальном уровне в течение десятков лет. Применение ваты из базальтового волокна позволяет обеспечить не только тепло-, но и звукоизоляцию стен. Значительно снижается риск возникновения стоячих звуковых волн внутри ограждающей конструкции, тем самым, увеличивается изоляция от воздушного шума. Звукопоглощающие свойства материала увеличивают затухание акустических волн и значительно снижают звуковой уровень помещения.

По свойствам стекловаты несколько отличается от каменной. Отличия обусловлены, в частности, тем, что волокна стеклянной ваты имеют большую толщину (16-20 мкм) и в 2-3 раза большую длину. Благодаря этому изделия из стеклянной ваты обладают повышенной упругостью и прочностью. Стеклянная вата практически не содержит неволоконистых включений и обладает высокой вибростойкостью.

Теплопроводность находится в пределах 0,030...0,052 Вт/м·К.

Теплоизоляционные материалы из стекловолнока – хорошие звукоизоляторы, так как имеют волоконистую структуру и хорошо поглощают звук. Обладают высокой химической стойкостью, не содержат коррозионных агентов, негигроскопичны. Благодаря противогнилостной обработке и отсутствию запаха предотвращается появление вредителей и плесени в строительных конструкциях.

Этот негорючий материал не выделяет токсичные и вредные вещества под воздействием огня. Стекловатные изделия широко применяются для тепловой изоляции строительных конструкций. Стекловолоконно – настолько мягкий и эластичный материал, что изделиями из него можно облицовывать неровные поверхности, а также применять в конструкциях любой формы и конфигурации. При этом теплоизоляционные изделия из стекловаты отличаются стабильностью формы, выдерживают старение, не подвергаясь деформации.

Сравнение основных параметров двух материалов приведено в таблице 1 [3, 5].

**Таблица 1**

	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Сжимаемость, %	Теплопроводность, Вт/ м°С	Температуростой- кость, °С	Паропроницае- мость, мг/(м чПа)
Каменная вата	30-90	30	0,033-0,044	1000	0,30
Стекловолоконно	11-30	90	0,033-0,044	450	0,55

Материалы из стекловолнока, используемые для утепления конструкций, обладают плотностью меньшей, чем у материалов из каменной ваты, и создают меньшие нагрузки на строительные конструкции. Их большая сжимаемость, большая гибкость и упругость обеспечивают более высокое качество изоляции неровных поверхностей и сложных по геометрии конструкций.

Теплопроводность материалов из стекловолнока и каменной ваты не зависит от природы материала и практически одинакова. Наименьшие значения теплопроводности имеют материалы из стекловолнока высокой плотности, отличающиеся высокой ценой.

Паропроницаемость стекловолнока выше, чем у каменной ваты.

Материалы из стекловолокна плотностью 11-30 кг/м<sup>3</sup> и каменной ваты – негорючие материалы (НГ) и могут применяться в строительных конструкциях без ограничений. Стекловолокно плотностью более 30 кг/м<sup>3</sup> имеет группу горючести Г1, что в ряде случаев требует выполнения специальных конструктивных мероприятий для повышения класса пожарной опасности. Температуростойкость стеклянной ваты обычного состава существенно ниже, чем у каменной ваты.

В силу более низкой себестоимости производства стекловаты стоит дешевле. Она применяется в тех элементах зданий, где требуется обеспечить эффективную теплоизоляцию без увеличения веса конструкции. При усилении теплоизоляции наружных стен кирпичного здания применимы варианты наружного и внутреннего утепления. Эти материалы незаменимы и в каркасном строительстве, где мягкая стекловата, «втиснутая» между щитами, заполняет все щели.

Специфика условий эксплуатации определяет состав технических требований к применяемым материалам. Например, каменноватные плиты повышенной жесткости, используемые в качестве теплоизоляционного слоя в покрытиях с рулонной кровлей, при эксплуатации подвергаются сжимающим нагрузкам, поэтому для них одним из основных показателей является прочность на сжатие при десятипроцентной деформации.

### Заключение

Теплоизоляционные изделия из каменной ваты, также как изделия из стекловолокна, могут применяться в следующих многослойных теплоизоляционных системах:

- в системах наружного утепления «мокрого» типа;
- в качестве теплоизоляционного слоя в навесных вентилируемых фасадах;
- в системах с утеплителем с внутренней стороны ограждающей конструкции;
- в системах с утеплителем внутри ограждающей конструкции (слоистая кладка, трехслойные бетонные или железобетонные панели, трехслойные с металлическими обшивками).

Изоляция ограждающих конструкций из минеральной ваты включает в себя как мягкие плиты и маты для применения в каркасных конструкциях, так и жесткие и полужесткие плиты, используемые, например, в фасадных конструкциях, где изоляция находится под воздействием нагрузок.

Необходимо отметить, что жесткие утеплители из каменной ваты предназначены для применения на объектах, где изоляция подвергается нагрузке либо во время выполнения монтажных работ, либо при эксплуатации. Прочность на сжатие жестких изделий зависит от плотности теплоизоляционного материала и содержания связующего.

Особенностью панелей из стекловолокна является возможность производить гнутые элементы (например, рельефные потолки). Материалы из стекловолокна выпускаются как в рулонах, так и в виде плит с высокой жесткостью. Жесткие плиты, облицованные стекловолокном, являются хорошей ветрозащитой. Основное применение таких плит – это изоляция стен под штукатурку в вентилируемых фасадах.

Выбор того или иного вида утепления зависит от области применения и технических характеристик.

### Литература

1. Рахимов Р.З. Современные теплоизоляционные материалы. Казань, 2006.
2. Фасадные системы для сибирского климата / Под ред. Овсянникова С.Н. Томск, 2006.
3. Коледин В.В. Минераловатные теплоизоляционные материалы. Новосибирск, 2002.
4. Техника и технология производства теплоизоляционных материалов из минерального сырья: докл. V Всерос. науч.-практ. конф., 6-7 июня 2005 г. (г. Белокуриха Алт. края) // Федер. науч.-производств. центр «Алтай», Ин-т проблем хим.-энергет. технологий, Ассоц. разработчиков технологий и производителей изоляц. материалов из минер. сырья «Росминероизоляция».
5. Данные производителей теплоизоляционных материалов (Группа компаний Техноколь, ЗАО «Минеральная вата»– Rockwool, ООО «Урса-Евразия»).

*Илья Андреевич Бердюгин, г. Новосибирск*

*Тел. раб.: +7 (383) 211-93-98; эл. почта: anberd@mail.ru*