



# ТЕПЛОИЗОЛЯЦИЯ

СВОЙСТВА и СПОСОБЫ ПРИМЕНЕНИЯ  
в ЖИЛИЩНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

## ТЕХНИЧЕСКОЕ РУКОВОДСТВО

Развитие производства экономически  
эффективных строительных материалов  
в Кыргызской Республике с целью  
создания рабочих мест и поддержки  
предпринимательской  
деятельности



ОРГАНИЗАЦИЯ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ  
ПО ПРОМЫШЛЕННОМУ РАЗВИТИЮ





**ПРОГРАММА  
ПРОМЫШЛЕННОЙ  
МОДЕРНИЗАЦИИ**  
ВМЕСТЕ К НОВЫМ ВЫСОТАМ



Организация  
Объединенных Наций  
по промышленному  
развитию  
Vienna International Centre  
P.O. Box 300  
A-1400 Vienna, Austria  
Тел. (+43-1) 26026 3570  
Факс: (+43-1) 26026 6842  
E-mail: IUMP@unido.org  
www.unido.org/iump



# ТЕПЛОИЗОЛЯЦИЯ

СВОЙСТВА и СПОСОБЫ ПРИМЕНЕНИЯ  
в ЖИЛИЩНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

ТЕХНИЧЕСКОЕ РУКОВОДСТВО



ОРГАНИЗАЦИЯ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ  
ПО ПРОМЫШЛЕННОМУ РАЗВИТИЮ



# ПРЕДИСЛОВИЕ

Каждый строительный материал оказывает определенное воздействие на окружающую среду. Чтобы смягчить это воздействие следует руководствоваться рядом принципов, которые позволят подобрать оптимальные экологичные материалы и технологии строительства. Тщательный анализ и аргументированный выбор материалов (в том числе правильное их сочетание) могут существенно повысить комфорт и экономическую эффективность жилых зданий, значительно снизив нагрузку на окружающую среду в течение всего срока их эксплуатации.

При проектировании и строительстве также важно использовать подходы, которые упрощают переустройство, повторное использование и, в конечном счете, снос здания. Подбор долговечных, не требующих частого обслуживания и ремонта материалов, позволяет свести к минимуму потребность в строительных и отделочных материалах в течение всего срока службы здания. Помимо выбора строительных материалов и прочих элементов проектирования, в странах с высокой сейсмической активностью и холодным климатом (включая Кыргызстан), в целях увеличения срока эксплуатации и снижения энергопотребления жилых зданий следует уделять особое внимание сейсмостойкому проектированию и теплоизоляции.

В настоящее время на рынке представлено большое количество натуральных и синтетических изоляционных материалов. В домостроении по большей части используются легкодоступные и экономичные изоляционные материалы. Тем не менее, существует потребность в выявлении, распространении и использовании экологически безопасных и экономичных изоляционных материалов, произведенных на основе сырья местного происхождения. Эти материалы, изготовленные из натуральных волокон, изначально могут быть более дорогостоящими, однако их применение может принести пользу обществу за счет создания новых рабочих мест. Кроме того, натуральные материалы местного происхождения обеспечивают существенные долгосрочные экологические выгоды по сравнению с искусственными изоляционными материалами.

В рамках проекта ЮНИДО в Кыргызстане начато использование изоляции на основе овечьей шерсти. Овечья шерсть — натуральный, экологичный, повторно используемый и биологически разлагаемый материал с низкими энергетическими затратами на производство и эксплуатацию. Он безопасен для человека и окружающей среды и, в отличие, например, от стекловаты, при укладке не требует применения средств индивидуальной защиты.

Шерсть — эффективный изоляционный материал с уникальными эксплуатационными свойствами, способный поглощать и отводить влагу.

Это техническое руководство охватывает различные аспекты изоляционных материалов, в том числе свойства, способы применения, сбыт в различных регионах мира и патентование. Ссылки и библиография образуют внушительную подборку научных работ, статей и ссылок на веб-сайты, которые можно использовать для предоставления базовых сведений об изоляционных материалах студентам и научным сотрудникам. Мы искренне надеемся, что это техническое руководство поможет распространить базовые знания о различных видах существующих изоляционных материалов среди лиц, занятых в сфере строительства и производства строительных материалов.

*Доктор Амит Рау  
Международный эксперт ЮНИДО*

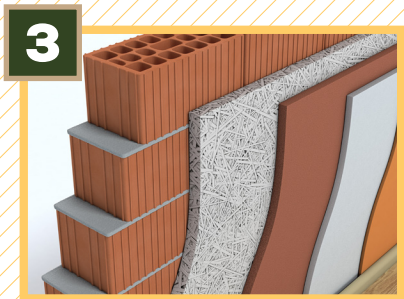
# СОДЕРЖАНИЕ



1 Введение 8



2 Свойства  
изоляционных  
материалов 10



3 Типы изоляционных  
материалов 14



4 Изоляция  
жилых зданий 20



5 Обзор мирового  
рынка изоляционных  
товаров 24



6 Ход реализации  
проекта и внедрение  
изоляции из овечьей  
шерсти 28



7 Библиографический  
список и ссылки 30



# 1

## ВВЕДЕНИЕ

Изоляция — один из наиболее эффективных способов экономии энергии в быту. По имеющимся оценкам, владелец стандартного дома с тремя спальнями и общей с соседним зданием стеной может сэкономить до 400 долларов США в год на оплате электроэнергии, изолировав чердачное помещение и пустотелые стены. Изоляция способствует поддержанию в доме комфортной температуры в течение всего года, защищает от холода зимой и от избытка тепла летом.

Если мы собираемся вложить средства в панели солнечных батарей, солнечное горячее водоснабжение, тепловые насосы или любой иной источник экологически чистой энергии для нашего дома, то прежде всего следует улучшить его изоляцию. Это позволит максимально эффективно использовать природные ресурсы без излишних затрат энергии. Если игнорировать это, то мы рискуем потратить значительную сумму денег на приобретение оборудования с избыточной мощностью, чтобы перекрыть потребности в энергии недостаточно изолированного жилого дома.

Изоляция — один из наиболее эффективных способов экономии энергии в быту. По имеющимся оценкам, владелец стандартного дома с тремя спальнями и общей с соседним зданием стеной может сэкономить до 400 долларов США в год на оплате электроэнергии, изолировав чердачное помещение и пустотелые стены.

Изоляция способствует поддержанию в доме комфортной температуры в течение всего года, защищает от холода зимой и от

избытка тепла летом. Кроме того, изоляция снижает уровень шума. Дом с качественно выполненной изоляцией может отличаться высокой энергоэффективностью и почти не требовать отопления и охлаждения.

Точная сумма денег, которую можно сэкономить за счет изоляции жилого дома, зависит от нескольких факторов, в том числе от типа изоляции и площади дома. К тому же, в зависимости от возраста здания, для устройства изоляции может потребоваться проект перепланировки с последующим согласованием. В конечном счете, изоляция окупает первоначальные затраты и, безусловно, является разумным вложением средств.

В настоящее время строительство жилых зданий ведется с соблюдением высоких стандартов по изоляции. А вот для изоляции более старых зданий нередко приходится выполнять большой объем работ. К счастью, существуют множество способов повышения энергоэффективности старых зданий.

В холодную погоду потери тепла из жилых домов происходят во всех направлениях и следует принять комплексные меры, чтобы максимально сохранить тепло.

При теплоизоляции кровли, стен, окон и дверей наиболее важны стены: в стандартном жилом доме на них приходится от 30 до 40% тепловых потерь. Затем идет кровля (около 25% тепловых потерь), окна и двери (10–20% теплопотерь) и, наконец, полы.

Для изоляции жилых домов используются различные натуральные и синтетические материалы. Процесс производства и способы применения этих материалов зависят от конкретного архитектурного проекта и изолируемых строительных конструкций. Потребности в энергии также отличаются, поскольку при изготовлении, транспортировке и укладке затрачивается различное количество энергии. Строительная изоляция — это общий термин, который обозначает любой предмет в здании, используемый для любого вида изоляции. В то время как в жилых зданиях чаще всего речь идет о тепловой изоляции, термин также применяется к звукоизоляции, огнезащитной

изоляции и изоляции от ударного шума (например, для погашения вибраций на производстве). При выборе изоляции зачастую предпочтение отдается материалу, способному выполнять сразу несколько перечисленных функций.

Устройство изоляции требует продуманного планирования. Ведь ее задача — не только сохранить тепло в жилом доме зимой, но и обеспечить прохладу летом. Здесь работает тот же принцип, что и в термосе: термос сохраняет первоначальную температуру напитка (горячего или холодного), благодаря изолирующему слою между жидкостью и наружным воздухом.

Воздух — плохой проводник тепловой энергии. Именно поэтому крошечные воздушные пузырьки, расположенные в изоляционном материале, снижают до минимума теплообмен между домом и окружающей средой. Таким образом, зимой тепло остается внутри жилого дома, а летом тепло остается снаружи. Различные типы изоляционных материалов обладают различными свойствами и, соответственно, предназначены для изоляции различных участков зданий.

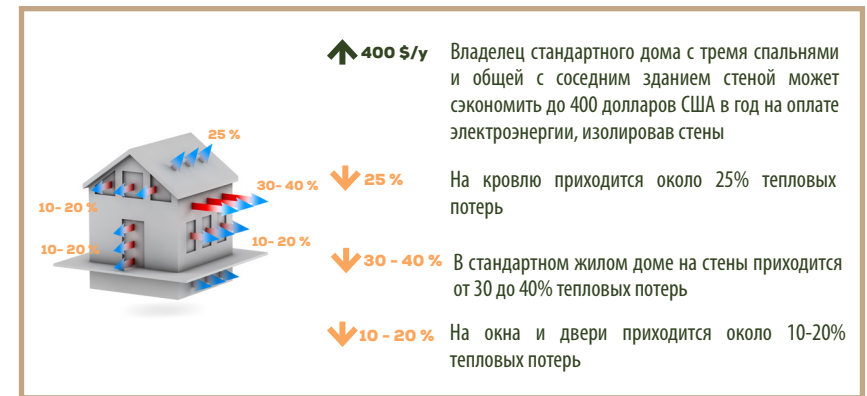


Рис. 3: Зоны теплопотерь и их предупреждения в изоляции жилых зданий

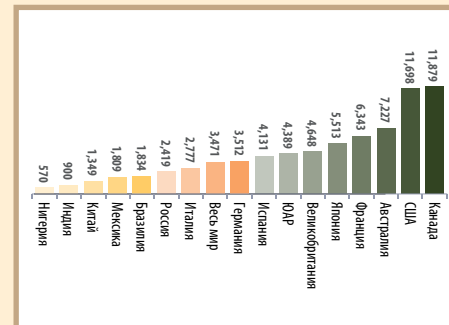


Рис. 1: Мировой прогноз бытового потребления электроэнергии (кВт/год)

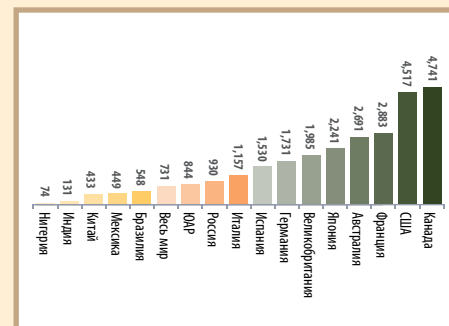


Рис. 2: Потребление электроэнергии в жилых зданиях на душу населения (кВт/год)

## СВОЙСТВА ИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Наиболее распространенные изоляционные материалы позволяют снизить теплопроводность и, в меньшей степени, конвекцию. Лучевые барьеры (не относятся к изоляционным материалам) и системы отражательной изоляции позволяют уменьшить приток лучистой теплоты. Для эффективной работы отражающая поверхность должна отводить тепло в воздушное пространство.

### Как работает изоляция

Чтобы понять, как работает изоляция, нужно обладать определенными знаниями о тепловом потоке и основных механизмах передачи тепла: теплопроводности, конвекции и излучении. Теплопроводность — это передача тепла от более нагретых участков материалов к менее нагретым. Пример: ложка, помещенная в чашку с горячим кофе, постепенно нагревается и проводит тепло к руке. Конвекция — циркуляция тепла в жидкостях и газах. Под действием конвекции в помещении более легкий и теплый воздух поднимается вверх, а более холодный и плотный воздух опускается вниз. Тепловое излучение распространяется по прямой линии и нагревает на своем пути любое твердое тело, способное поглощать энергию.

Наиболее распространенные изоляционные материалы позволяют снизить теплопроводность и, в меньшей степени, конвекцию. Лучевые барьеры (не относятся к изоляционным материалам) и системы отражательной изоляции позволяют уменьшить приток лучистой теплоты. Для эффективной работы отражающая

поверхность должна отводить тепло в воздушное пространство.

Независимо от механизма передачи, тепло перетекает от более теплых к более холодным участкам до тех пор, пока температура не выровняется. В случае с жилыми домами это означает, что зимой тепло напрямую переносится из нагретых жилых помещений в смежные неотапливаемые чердачные помещения, гаражи и цокольные этажи, а также наружу. Кроме того, тепло может переноситься опосредованно через потолочные перекрытия, стены и полы при наличии разницы температур. В теплое время года, когда требуется охлаждение, тепло переносится снаружи внутрь жилого дома.

Для поддержания комфортной температуры тепловые потери зимой должны компенсироваться системой отопления, а приток тепла летом — системой охлаждения. Комплексная изоляция дома позволяет сократить теплопотери и приток тепла, эффективно противодействуя тепловым потокам.

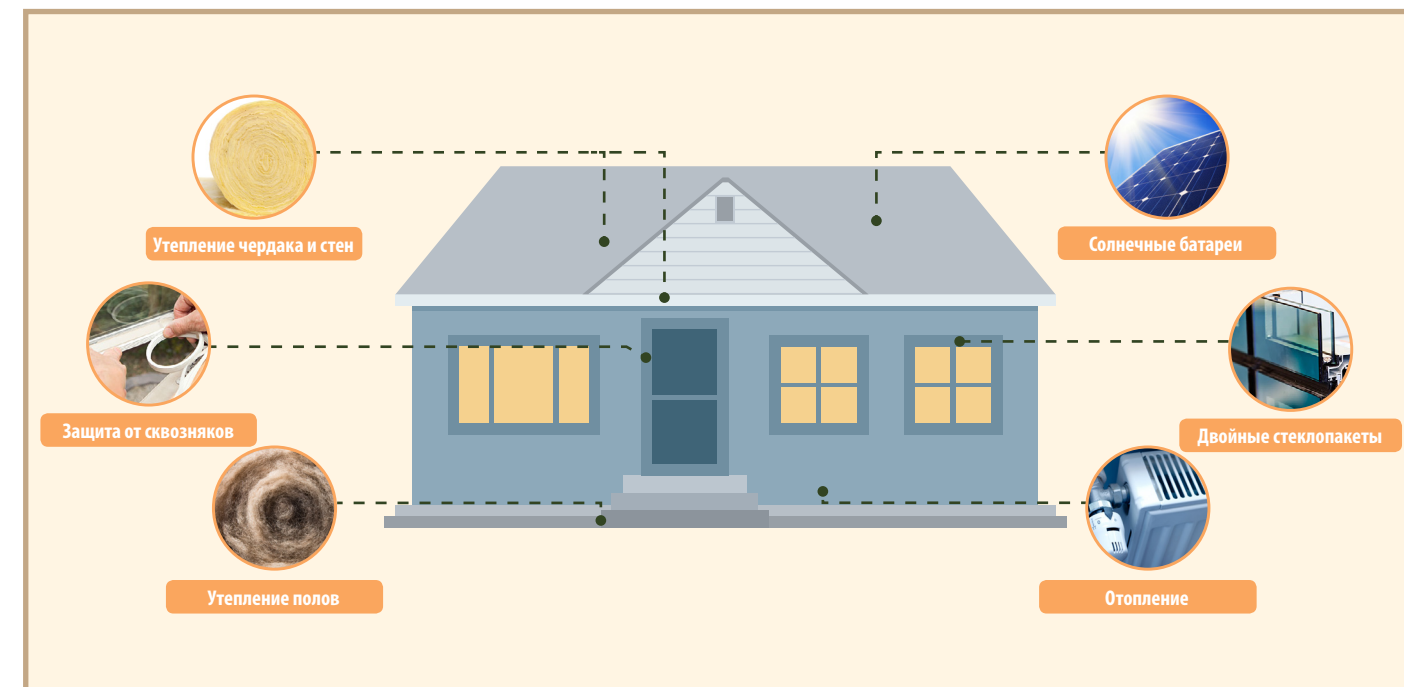
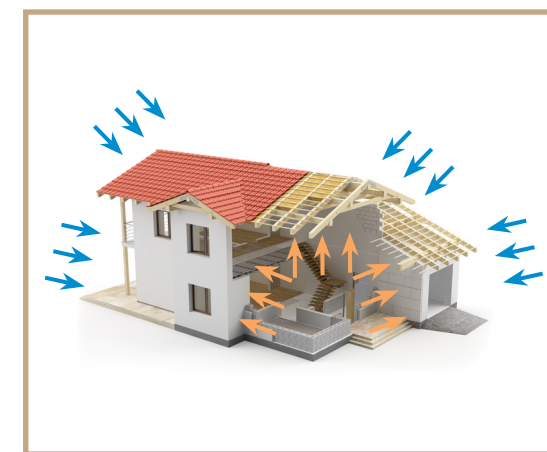


Рис. 4: Важные факторы энергоэффективной изоляции жилых зданий



### Основные свойства изоляционных материалов

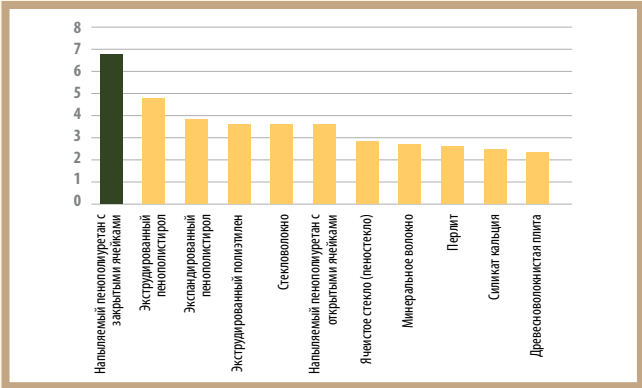
Теплоизоляция подразумевает сокращение теплопередачи — передачи тепловой энергии между телами, имеющими разную температуру, от одного тела к другому в случае теплового контакта или между телами в диапазоне воздействия излучения. Для устройства тепловой изоляции используются специально разработанные способы и процессы, а также тщательно подобранные формы объектов и оптимальные материалы.

Когда обладающие различной температурой предметы соприкасаются друг с другом, неизбежно возникает перенос тепла. Благодаря тепловой изоляции, на изолированном участке

снижается теплопроводность или отражается тепловое излучение и, соответственно, переток тепла к более холодному телу сокращается до минимума.

Изолирующая способность материала определяется его теплопроводностью. Низкая теплопроводность соответствует высокой изолирующей способности (сопротивление теплопередаче, обозначается буквой R). Другими важными свойствами изоляционных материалов с точки зрения теплотехники являются плотность ( $\rho$ ) и удельная теплоемкость (с).



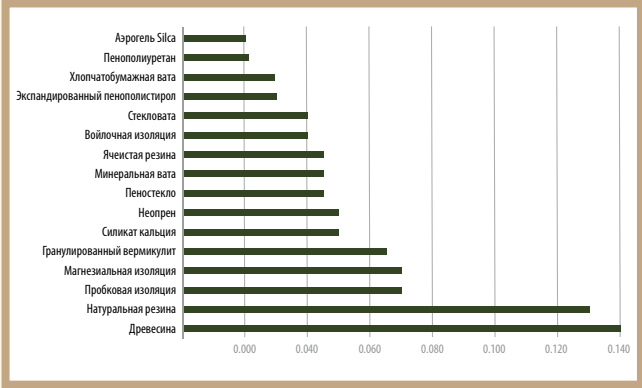


Сопrotивление теплопередаче (R)

Для измерения или расчета сопротивления изоляционного материала тепловому потоку используется сопротивление теплопередаче R. Чем выше значение R, тем выше эффективность изоляционного материала. Значение R зависит от типа, толщины и плотности изоляции. Чтобы вычислить значение R для многослойной изоляции, следует сложить значения R всех ее слоев. Дополнительная изоляция жилого дома увеличивает значение R и, следовательно, сопротивление тепловому потоку. Специалисты по применению теплоизоляционных материалов могут определить оптимальную для конкретных климатических условий степень изоляции.

Эффективность сопротивления изоляционного материала тепловому потоку также зависит от того, как и где укладывается изоляция. Например, спрессованная изоляция в процессе эксплуатации не будет обеспечивать полное номинальное сопротивление теплопередаче. Суммарное сопротивление теплопередаче стены или потолка будет несколько отличаться от сопротивления теплопередаче самой изоляции, поскольку тепло легче проникает через стойки, балки и другие строительные материалы, т.н. «мостики холода». К тому же изоляция, достаточно плотно заполняющая пустоты в здании и препятствующая циркуляции воздуха, также может уменьшать тепловые потери за счет конвекции.

Необходимый объем изоляции или сопротивление теплопередаче зависит от климатических условий, типа системы отопления и системы охлаждения, а также части дома, которую планируется изолировать. Воздухонепроницаемое уплотнение и контроль уровня влажности напрямую влияют на энергоэффективность жилого дома, а также на самочувствие и комфорт его обитателей.



Теплопроводность

Теплопроводность — это способность материала проводить тепловой поток и основной способ передачи тепла сквозь изоляцию. Теплопроводность часто выражается коэффициентом λ (лямбда) или k. Чем ниже коэффициент, тем выше эффективность. Иными словами, этот коэффициент выражает способность материала проводить тепло сквозь свою массу. Коэффициенты теплопроводности, рассчитанные для различных изоляционных и других материалов, позволяют оценить их эффективность с точки зрения теплоизоляции. Теплопроводность можно определить как количество тепла/энергии (единицы измерения: ккал, БТЕ, Дж), которое проводится за единицу времени сквозь единицу площади и единицу толщины материала при наличии определенной разницы температур. Теплопроводность можно выразить в ккал м<sup>-1</sup> °C<sup>-1</sup>, БТЕ фут<sup>-1</sup> °F<sup>-1</sup>, а в системе СИ — в ваттах (Вт) м<sup>-1</sup> °C<sup>-1</sup>.

Паропроницаемость

Паропроницаемость — способность материала пропускать или задерживать водяной пар. Для ее измерения используется степень паропроницаемости — количество пара, проходящего в единицу времени через единицу площади уложенного в один слой материала определенной толщины при определенной разнице давления пара на поверхностях, заданной температуре и влажности.

Как правило, теплоизоляция бывает паропроницаемой или паронепроницаемой. Нередко стены и кровлю ошибочно называют «воздухонепроницаемыми». В данном случае речь идет о способности строительных конструкций отводить скопившийся в здании водяной пар наружу, что уменьшает риск его конденсации.

Паропроницаемость (стройматериалы)			
Материал	μ-величина (= типовое значение)	Типовая толщина в строительстве (мм)	sd - Значения в типовом строительстве (мм)
Воздух	1 (базовый уровень)	100	0.1
Плотный бетон	60-250 (200)	100	20
Кирпич	5-30 (10)	100	1
Экспандированный пенополистирол	30-50 (40)	100	4
Минеральная вата, теплопен, пенька, овечья шерсть, древесное волокно	2-5 (5)	100	0.5
Ель, сосна	45-400 (150)	100	15
СОД, фанера	100-700 (200)	10	0.2
Металлы и металлическое покрытие, некоторые пластики и асфальт	250,000	1	1000

Удельная теплоемкость

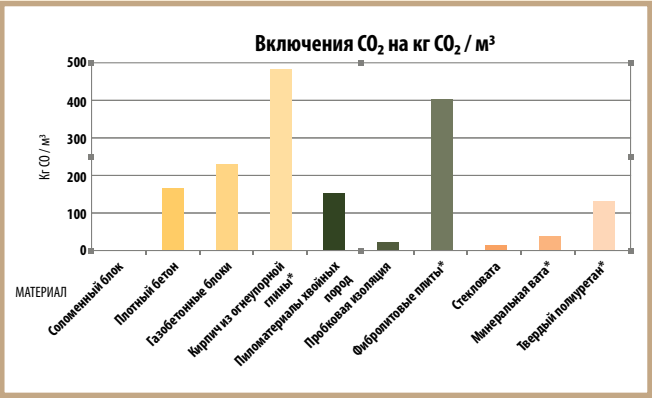
Удельная теплоемкость материала — количество тепла, необходимое, чтобы поднять температуру 1 кг материала на 1K (или на 1°C). Качественный изоляционный материал обладает высокой удельной теплоемкостью. Иными словами, при поступлении тепла материалу требуется немало времени, чтобы нагреться (нагрев сопровождается повышением температуры) и передать поглощенное им тепло. Высокая удельная теплоемкость характерна для материалов, обладающих термальной массой или способностью к накоплению тепла.

Плотность

Плотность — отношение массы к единице объема материала. Выражается в кг/м<sup>3</sup>. Высокая плотность свойственна материалам с высокой теплопроводностью и термальной массой.

Температуропроводность

Температуропроводность — величина, характеризующая скорость изменения температуры материала, численно равная отношению теплопроводности к теплоемкости. Изоляционные материалы обладают низкой температуропроводностью. Например, металлы проводят тепло быстро (именно поэтому они кажутся холодными на ощупь), а дерево — медленно. Температуропроводность меди составляет 98,8 мм<sup>2</sup>/с, а температуропроводность дерева — 0,082 мм<sup>2</sup>/с. Указанные выше переменные связаны следующим уравнением: температуропроводность (мм<sup>2</sup>/с) = теплопроводность / плотность x удельная теплоемкость.



## 3

## ТИПЫ ИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

В плане энергоэффективности вложение средств в высококачественные изоляционные материалы для жилого дома более выгодно, чем вложение средств в дорогостоящие отопительные системы. Не торопитесь и старайтесь подобрать правильные материалы с точки зрения проекта здания в целом.

Изоляция — ключевой элемент проектирования экологически эффективных зданий. Жилой дом с качественно выполненной изоляцией позволяет сэкономить на оплате электроэнергии, это, в свою очередь, сокращает выбросы углерода, которые влияют на глобальное изменение климата.

В плане энергоэффективности вложение средств в высококачественные изоляционные материалы для жилого дома более выгодно, чем вложение средств в дорогостоящие отопительные системы. Не торопитесь и старайтесь подобрать правильные материалы с точки зрения проекта здания в целом.

Изоляционные материалы применяются для кровли, стен и полов. Для изоляции стен деревянных каркасных домов следует

использовать маты (уже нарезанные секции, предназначенные для установки между деревянными каркасными стенами), рулоны или плиты. Для изоляции других типов строительных конструкций (включая кирпичные и бетонные) используется монтажная пена, засыпная изоляция или рулоны. Изолировать стены и полы в процессе строительства жилого дома гораздо проще, чем при модернизации уже существующего здания. Изолировать кровлю несложно вне зависимости от возраста здания: достаточно применять материалы в рулонах и мешках, либо засыпную изоляцию.

Далее приводится описание целого ряда изоляционных материалов с указанием среднего сопротивления теплопередаче для каждого из них.

### ИЗОЛЯЦИЯ ИЗ СТЕКЛОВОЛОКНА

В последнее время наиболее распространенным изоляционным материалом является стекловолокно. Сплетая тонкие нити стекловолокна, получают изоляционный материал, способный свести теплопередачу к минимуму. Стекловолокно широко применяется для изготовления двух разных видов изоляции: тканого материала (матов и рулонов) и засыпной изоляции. Кроме того, стекловолокно применяется в виде плит и для изоляции трубопроводов различного назначения.

В настоящее время производители изготавливают маты из стекловолокна средней и высокой плотности с чуть более высоким сопротивлением теплопередаче по сравнению со стандартными матами. Материалы повышенной плотности предназначены для изоляции участков с ограниченным объемом полости.

Стекловолокно — негорючий изоляционный материал с сопротивлением теплопередаче  $R$  от 2,9 до 3,8 на дюйм. Кроме того, оно недорогое и поэтому является одним из лучших изоляционных материалов. В процессе укладки следует соблюдать правила техники безопасности: при работе со стекловолокном необходимо надевать защитные очки, респиратор и перчатки.



### ИЗОЛЯЦИЯ ИЗ МИНЕРАЛЬНОЙ ВАТЫ

Термин «минеральная вата» используется для обозначения нескольких разных видов изоляционных материалов. Во-первых, он может обозначать стекловату — стекловолокно, изготовленное из отходов стекла. Во-вторых, речь может идти о собственно минеральной вате — изоляционном материале на основе базальта. Наконец, так называют шлаковую вату, которая изготавливается из шлака, образующегося на металлургических комбинатах.

Минеральная вата продается в виде матов или сыпучего материала. Большинство видов минеральной ваты не содержат огнестойких добавок. Соответственно, они не подходят для участков, температура которых может достигать пиковых значений. Тем не менее, минеральная вата не относится к легковоспламеняющимся материалам. Поэтому для изоляции больших площадей минеральная вата может стать оптимальным выбором, если используется в сочетании с огнестойкими изоляционными материалами. Сопротивление теплопередаче  $R$  минеральной ваты составляет от 2,8 до 3,5 на дюйм.



### ИЗОЛЯЦИЯ ИЗ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ

Целлюлозная изоляция, пожалуй, является наиболее экологически безопасным видом изоляции. Она изготавливается из использованного картона, бумаги и любого другого вторичного сырья и поставляется в виде сыпучего материала. Целлюлоза имеет сопротивление теплопередаче  $R$  от 3,1 до 3,7 на дюйм. Недавние исследования целлюлозной изоляции позволяют сделать вывод, что этот материал обладает великолепными огнезащитными свойствами. Целлюлоза очень плотная и поэтому практически не содержит кислорода. Нехватка кислорода замедляет процесс горения и, следовательно, способствует снижению ущерба, который может причинить пожар.

Производители часто добавляют в целлюлозную изоляцию борат, иногда смешивая его с более дешевым сульфатом аммония, чтобы повысить огнестойкость и устойчивость к насекомым. Целлюлозная изоляция обычно не требует гидроизолирующего слоя и при укладке с достаточной плотностью не заваливается в пустоты.





ИЗОЛЯЦИЯ ИЗ ПЛАСТМАССОВОГО ВОЛОКНА

Для изготовления изоляции из пластмассового волокна используются пластмассовые бутылки (полиэтилентерефталат или ПЭТ). Из волокон делаются изоляционные маты, похожие на маты из стекловолокна средней и высокой плотности.

Изоляция обрабатывается огнезащитными веществами, чтобы снизить риск воспламенения. Тем не менее, она будет плавиться под действием огня. Сопротивление теплопередаче R изоляции из пластмассового волокна зависит от плотности матов и составляет от 3,8 на дюйм при плотности 1 фунт на куб. фут до 4,3 на дюйм при плотности 3 фунта на куб. фут. Изоляция из пластмассового волокна не оказывает раздражающее действие при укладке, однако она плохо режется стандартными инструментами.



ИЗОЛЯЦИЯ ИЗ НАТУРАЛЬНЫХ ВОЛОКОН

Некоторые натуральные волокна, включая хлопок, овечью шерсть, солому и пенку, используются в качестве изоляционных материалов.

\*\*\*\*\*

ИЗОЛЯЦИЯ ИЗ ХЛОПКА

Хлопчатобумажная изоляция на 85% состоит из переработанного хлопка и на 15% — из пластмассового волокна, обработанного боратом (для повышения огнестойкости) и репеллентом от насекомых/грызунов, которые применяются при производстве целлюлозной изоляции. Такая изоляция изготавливается, например, из обрезков, которые остаются при производстве джинсов. Благодаря использованию продуктов вторичной переработки, для производства хлопчатобумажной изоляции требуется минимальное количество энергии. Изоляция поставляется в виде матов, сопротивление теплопередаче R составляет 3,4 на дюйм. Хлопчатобумажная изоляция нетоксична и может укладываться без использования средств защиты органов дыхания или кожи. Стоимость хлопчатобумажной изоляции на 15%-20% выше стоимости матов из стекловолокна.



ИЗОЛЯЦИЯ ИЗ ОВЕЧЬЕЙ ШЕРСТИ

Овечью шерсть, используемую в качестве изоляционного материала, тоже обрабатывают боратом для защиты от вредителей и грибка, а также для повышения огнестойкости. Иногда в овечьей шерсти содержится большое количество воды, в зависимости от типа стен это может быть преимуществом, однако при многократном намокании и высушивании борат постепенно вымывается. Сопротивление теплопередаче матов из овечьей шерсти составляет 3,5 на дюйм — примерно как у остальных типов изоляции из волокнистых материалов.

Доказано, что овечья шерсть хорошо поглощает и нейтрализует вредные вещества. Овечья шерсть — натуральный белок, содержащий 18 различных типов цепей аминокислот, 60% из которых имеют реакционноспособную боковую цепь. Эти реакционноспособные области позволяют шерсти поглощать вредные и пахучие вещества, в том числе диоксид азота, диоксид серы и формальдегиды, которые затем нейтрализуются в процессе так называемой хемосорбции. Поэтому овечья шерсть в качестве изоляции обладает несомненными преимуществами с точки зрения благосостояния человека и способствует созданию здорового микроклимата в помещениях.



ИЗОЛЯЦИЯ НА ОСНОВЕ СОЛОМЫ

Технология строительства из соломенных брикетов, которая была распространена примерно 150 лет назад, недавно получила новый импульс развития. Авторитетная международная лаборатория провела испытания соломенных брикетов и установила, что их сопротивление теплопередаче R составляет от 2,4 до 3,0 на дюйм. Тем не менее, целый ряд специалистов заявляет, что сопротивление теплопередаче стандартного соломенного брикета обычно не превышает 2,4 на дюйм, поскольку при укладке между ними остается множество щелей. В 1930-х годах был разработан процесс изготовления плит из соломы без использования клея. Толщина панелей составляет от 2 до 4 дюймов (от 51 до 102 мм), каждая из сторон покрыта крафт-бумагой. Хотя производители дают разные оценки, фактическое сопротивление теплопередаче R составляет от 1,4 до 2 на дюйм.



ИЗОЛЯЦИЯ НА ОСНОВЕ ПЕНЬКИ

Пенька — одно из древнейших культурных растений на Земле. Она является превосходным изоляционным материалом, а также широко используется в производстве одежды, бумаги, масла, топлива, пищевых продуктов и строительных материалов.

Пенька может вырастать высотой почти до четырех метров за 100–120 дней. Растение отбрасывает густую тень на почву, поэтому в процессе выращивания пеньки можно обойтись без неорганических удобрений и потенциально токсичных соединений. В числедостоинств изоляции из пеньки не только низкие энергетические затраты на производство, но и отрицательный уровень выбросов углерода, так как растение поглощает углерод из атмосферы, связывая его по мере роста.

Изоляция из пеньки — малоизвестный и редко используемый материал. В изоляции из пеньки сопротивление теплопередаче составляет 3,5 на дюйм — примерно как у остальных типов изоляции из натуральных волокон.

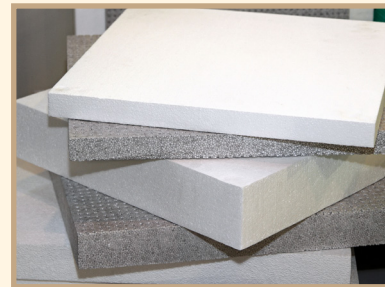


ИЗОЛЯЦИЯ ИЗ ПОЛИСТИРОЛА

Полистирол — бесцветный прозрачный термопластичный материал, который обычно применяется для изготовления изоляции из листового пенопласта, для изоляции бетонных блоков и засыпной изоляции из мелких шариков пенополистирола.

Блочный пенополистирол (MEPS), обычно используемый для изготовления изоляции из листового пенопласта, также поставляется в виде мелких пенопластовых шариков. Эти шарики могут применяться в качестве засыпной изоляции для бетонных блоков или других пустот в стенах. Но поскольку они очень легкие и хорошо сохраняют электростатический заряд, работать с ними очень непросто.

К изоляционным материалам из полистирола, подобным блочному пенополистиролу, также относятся вспенивающийся полистирол (EPS) и экструдированный полистирол (XPS). Сопротивление теплопередаче листового пенополистирола зависит от плотности материала и составляет от 3,8 до 5,0 на дюйм. Засыпная изоляция из полистирола и изоляция из пенопласта, как правило, имеет более низкое сопротивление теплопередаче R в сравнении с листовым пенополистиролом — всего 2,3 на дюйм.



#### ИЗОЛЯЦИЯ ИЗ ПОЛИИЗОЦИАНУРАТА

Полиизоцианурат — термореактивная пластмасса, пенопласт с закрытыми порами, заполненными газом с низкой удельной теплопроводностью, который не содержит гидрохлорфторуглерода. Газ в порах изоляции из полиизоцианурата обладает высоким сопротивлением теплопередаче, поэтому значение R для нее составляет от 5,6 до 8,0 на дюйм.

Изоляция из полиизоцианурата выпускается в виде жидкости, монтажной пены и жестких плит. Кроме того, на его основе изготавливаются ламинированные изоляционные панели с различными видами облицовки. С течением времени сопротивление теплопередаче R изоляции из полиизоцианурата может снизиться, так как улетучивающийся из пор газ с низкой удельной теплопроводностью будет замещаться воздухом. Это явление называется «тепловой дрейф». Чтобы стабилизировать сопротивление теплопередаче R жестких панелей из полиизоцианурата, применяются фольга и пластмассовые фасады. Стабилизированное сопротивление теплопередаче панелей с облицовкой из фольги составляет от 7,1 до 8,7 на дюйм. Некоторые производители применяют полиизоцианурат в качестве изоляционного материала в структурных изоляционных панелях (СИП-панелях), при изготовлении которых могут использоваться как листы вспененного материала, так и жидкая пена.



#### ИЗОЛЯЦИЯ ИЗ ПОЛИУРЕТАНА

Полиуретан — вспененный изоляционный материал, в порах которого содержится газ с низкой удельной теплопроводностью. Газ в порах полиуретана обладает высоким сопротивлением теплопередаче, поэтому значение R для него составляет от 5,5 до 6,5 на дюйм. Изоляция из вспененного полиуретана бывает с закрытыми порами и с открытыми порами. В первом случае поры высокой плотности закрыты и заполнены газом, который способствует расширению вспененного материала для более плотного заполнения пустот вокруг него. Во втором случае менее плотные поры заполнены воздухом. Соответственно, в таком виде изоляционный материал обладает более рыхлой структурой и меньшим сопротивлением теплопередаче R.

Чтобы стабилизировать сопротивление теплопередаче R жестких панелей из полиуретана за счет снижения «теплового дрейфа» применяются фольга и пластмассовые фасады. Правильно уложенная отражающая фольга может также препятствовать теплопередаче излучением, отводя тепло в воздушное пространство. В зависимости от объема и ориентации воздушного пространства можно выиграть, в дополнение к номинальному сопротивлению теплопередаче R, примерно 2 единицы на дюйм. Стабилизированное сопротивление теплопередаче R панелей с облицовкой из фольги составляет около 6,5 на дюйм. Изоляция из полиуретана выпускается в виде жидкой монтажной пены и жестких плит.



#### ИЗОЛЯЦИЯ ИЗ ВЕРМИКУЛИТА И ПЕРЛИТА

Изоляционные материалы из вермикулита и перлита часто использовались для изоляции чердачных помещений жилых домов постройки до 50-х годов прошлого века. В настоящее время изоляционные материалы из вермикулита используются редко, так как в них может содержаться асбест. При этом обнаружено лишь несколько месторождений вермикулита, содержащего действительно значимое количество асбеста.

Вермикулит и перлит состоят из очень мелких и легких зерен, образующихся из пластин горной породы, которые лопаются при нагревании. В результате получается засыпная изоляция с сопротивлением теплопередаче до 2,4 на дюйм. Зерна можно засыпать в пустоты или добавлять в цемент для приготовления легкого бетона с низкой удельной теплопроводностью.



#### ИЗОЛЯЦИЯ ИЗ КАРБАМИДОФОРМАЛЬДЕГИДНОЙ ПЕНЫ

Карбамидоформальдегидная пена применялась в жилищном строительстве в 70-х и в начале 80-х годов. Однако в результате множества судебных исков по поводу причинения вреда здоровью по причине некачественного монтажа карбамидоформальдегидная пена больше не используется для жилых зданий, а ее эффективность сомнительна, поскольку в процессе эксплуатации она выделяет формальдегид и усыхает. Сейчас она применяется в основном для изоляции коммерческих и производственных зданий.

Сопротивление теплопередаче изоляции из карбамидоформальдегидной пены составляет около 4,6 на дюйм. В качестве вспенивателя используется сжатый воздух. Время отверждения карбамидоформальдегидной пены на основе азота составляет несколько недель. В отличие от изоляции из полиуретана, карбамидоформальдегидная пена не расширяется в процессе отверждения. Сквозь нее легко проникает водяной пар. Карбамидоформальдегидная пена разрушается при длительном воздействии температур свыше 190°F (88°C). Кроме того, карбамидоформальдегидная пена не содержит огнезащитных добавок.



#### ЦЕМЕНТИРУЮЩИЕ ИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

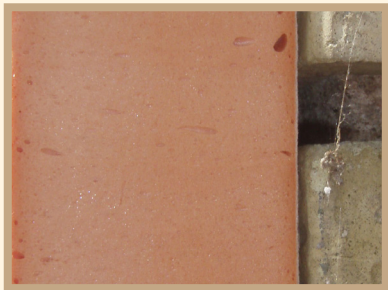
Цементирующий изоляционный материал представляет собой пену на основе цемента, которая выпускается в виде монтажной пены или вспенивается на месте укладки. Один из видов цементирующей монтажной пены содержит силикат магния, ее сопротивление теплопередаче составляет около 3,9 на дюйм. Пена обладает рабочей кремообразной консистенцией и может закачиваться в замкнутые полости. Цементирующая пена и полиуретановая пена стоят примерно одинаково, при этом цементирующая пена нетоксична, не воспламеняется и изготавливается из минерального сырья, получаемого из морской воды (например, из оксида магния).



#### ИЗОЛЯЦИЯ ИЗ ФЕНОЛЬНОЙ ПЕНЫ

Фенольная (фенолформальдегидная) пена широко использовалась в прошлом в виде жестких изоляционных плит. В настоящее время ее вспенивают только на месте укладки.

Сопротивление теплопередаче фенольной изоляции, вспениваемой на месте укладки, составляет 4,8 на дюйм. В качестве вспенивателя используется сжатый воздух. Крупным недостатком фенольной пены является усадка на 2% после отверждения, из-за этого в наши дни она не пользуется популярностью.





## ИЗОЛЯЦИЯ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

Изоляция препятствует переносу тепла и совершенно необходима для защиты жилого дома от холода зимой и от избытка тепла летом. Грамотно спроектированный жилой дом с качественно выполненной изоляцией позволяет поддерживать комфортную температуру круглый год и сэкономить до 50% на оплате отопления и электроэнергии для системы кондиционирования. Это, в свою очередь, сокращает выбросы парниковых газов.

Как правило, эффективность изоляции обусловлена двумя характеристиками:

- Природной способностью изоляционного материала замедлять теплопередачу; и
- Использованием полостей с газом, действующих как природный изолятор.

У газов низкая удельная теплопроводность по сравнению с жидкостями и твердыми телами, поэтому газы являются эффективными изоляционными материалами. Распределение газа по мелким порам препятствует эффективной передаче тепла посредством естественной конвекции и еще больше повышает эффективность такой изоляции. Конвекция происходит при наличии крупных объемов газа, которые перемешиваются за счет плавучести и разницы температур и, соответственно, плотности. В мелких порах с небольшим перепадом плотности это процесс протекает вяло. В структуре материалов на основе пены присутствуют мелкие, заполненные газом поры или пузырьки. В изоляции на тканевой основе (вата, шерсть) естественным образом появляются небольшие воздушные камеры разных размеров.

### Общие принципы изоляции в жилищном строительстве

Изоляция препятствует переносу тепла и совершенно необходима для защиты жилого дома от холода зимой и от избытка тепла летом. Грамотно спроектированный жилой дом с качественно выполненной изоляцией позволяет поддерживать комфортную температуру круглый год и сэкономить до 50% на оплате отопления и электроэнергии для системы кондиционирования. Это, в свою очередь, сокращает выбросы парниковых газов. При выборе уровня и типа изоляции следует учитывать климатические условия. Например, нужно выяснить, будет ли изоляция использоваться главным образом для сохранения тепла внутри жилого помещения, предотвращения переноса тепла снаружи, или для того и другого. Проектировать изоляцию необходимо с расчетом не только на сезонные, но и на суточные колебания температур. Современные архитектурные проекты энергоэффективного жилья обязательно включают оптимальные изоляционные материалы и пассивное использование солнечной энергии.

### Два основных типа изоляции

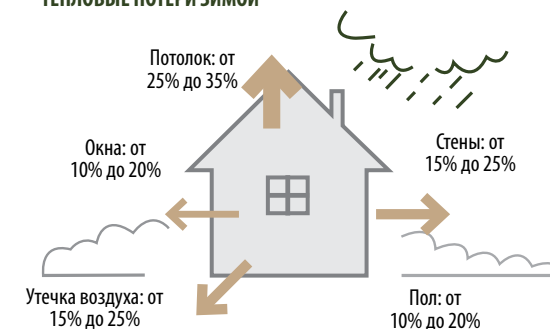
Изоляционные материалы подразделяются на две основные категории — объемные и отражательные, которые иногда объединяют в композитный материал. Объемная изоляция в большинстве случаев используется для стен и кровли жилых домов, чтобы воспрепятствовать прямому переносу тепла или холода внутрь или из дома. Воздух в изоляционных материалах сокращает тепловой поток за счет сопротивления теплопередаче. В основном, сопротивление теплопередаче остается одинаковым, независимо от того, откуда тепло поступает на внешнюю поверхность жилого дома.

Объемная изоляция изготавливается из самых различных натуральных и искусственных материалов, в том числе стекловаты, шерсти, целлюлозного волокна, полиэстера и полистирола. У большей части объемных изоляционных материалов сопротивление теплопередаче определено для конкретной толщины.

Отражательная изоляция препятствует потокам теплового излучения за счет высокой отражательной способности и низкого коэффициента излучения (способности переизлучать тепло). Поскольку принцип работы этого типа изоляции заключается в отражении тепла, при одновременном использовании объемной и отражательной изоляции воздушный поток и угол падения солнечных лучей на наружную поверхность жилого дома также имеют большое значение. Сопротивление теплопередаче отражательной изоляции зависит от направления проходящих через нее тепловых потоков.

Отражательная изоляция обычно представляет собой блестящую алюминиевую фольгу на бумажной или пластмассовой основе и поставляется в виде листов (для обшивки), матов, уложенных гармошкой, и многослойных матов. Общее название всех перечисленных материалов — слоистая отражательная изоляция из алюминиевой фольги. Для достижения наилучших результатов внешняя поверхность отражательной изоляции должна быть чистой.

#### ТЕПЛОВЫЕ ПОТЕРИ ЗИМОЙ



#### ПРИТОК ТЕПЛОТЫ ЛЕТОМ

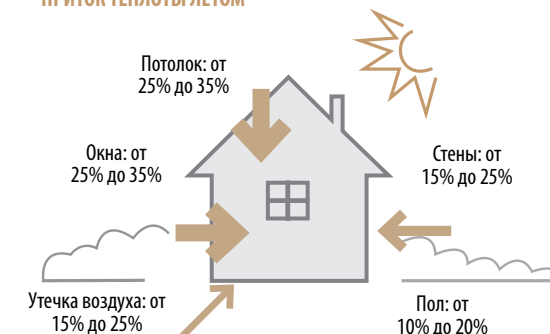


Рис. 5: Потери и накопление тепла без изоляции в условиях умеренного климата

Существуют композитные материалы, в которых используется и объемная, и отражательная изоляция. Они обладают некоторыми свойствами обоих указанных типов изоляции. В качестве примера следует привести отражательный фольгированный тканый материал, маты на фольгированной подложке и листовой материал с фольгированным слоем.

Полное сопротивление теплопередаче для отражательной изоляции предоставляется в виде нижнего и верхнего значения. Суммарное значение зависит от места и способа устройства отражательной изоляции.

**Глобальные тенденции в изоляции жилых зданий**

Миграция сельского населения в города, с которой сталкиваются развивающиеся страны Азиатско-Тихоокеанского региона, Африки и Ближнего Востока, стимулирует застройку городских поселений. Это ведет к увеличению спроса на изоляционные материалы, так как в городской застройке изоляция используется активнее, чем в сельской. К тому же увеличение дохода на душу населения способствует переходу на более современные строительные технологии и материалы, включая изоляцию. В отдельных странах Африки, Ближнего Востока и Азиатско-Тихоокеанского региона принятие минимальных требований к изоляции также подстегнет спрос.

**Наиболее стремительный рост ожидается в сегменте изоляционных материалов из пенопласта**

Из всех основных типов изоляции быстрее всего спрос будет расти в сегменте изоляционных материалов из пенопласта. Пенопластовая изоляция обладает высоким сопротивлением теплопередаче и поэтому будет всё чаще использоваться в строительстве. Это позволит ей увеличить свою долю на рынке за счет изоляции из стекловолокна и минеральной ваты. Спрос на изоляцию из стекловолокна будет поддерживаться устойчивым ростом жилищного строительства в Северной Америке, так как этот изоляционный материал широко используют в США и

Канаде. Ожидается, что рост поставок минеральной ваты будет наиболее скромным среди основных изоляционных материалов. Тем не менее, производители минеральной ваты существенно нарастят прибыли, поскольку заказы из Китая (где главной заботой является обеспечение пожарной безопасности) повысят спрос на этот материал.

**Строительная изоляция как средство оптимизации энергопотребления**

Коммерческое и жилое здание с качественно выполненной изоляцией является одновременно энергоэффективным и экономичным, потому что позволяет сократить расходы на отопление и

охлаждение. Изоляция предотвращает перенос тепловой энергии от одного объекта, расположенного в зоне более высокой концентрации тепла, к другому объекту, расположенному в зоне более низкой концентрации тепла, и тем самым способствует сохранению тепла на конкретном участке. Правильно выполненная изоляция в здании уберет от потерь или избытка тепловой энергии. Строго говоря, строительная изоляция — это использование в строительстве особых материалов с целью снижения тепловых потерь в здании.

**Важные аспекты изоляции жилых домов**

Необходимый уровень изоляции жилого или административного

здания зависит от архитектурного проекта, климатических условий, личных предпочтений, имеющегося бюджета и цен на энергоносители. При выборе стратегии изоляции здания следует учитывать следующие аспекты: способы передачи тепловой энергии в здании, интенсивность и направление потоков энергии. Эти аспекты могут меняться в зависимости от времени суток и сезона. Поэтому для получения максимального эффекта от устройства изоляции следует ответственно подойти к выбору архитектурного проекта, сочетания материалов и строительных технологий. Если появится необходимость в дополнительной изоляции, перед принятием соответствующих мер нужно определить существующие уровни изоляции.

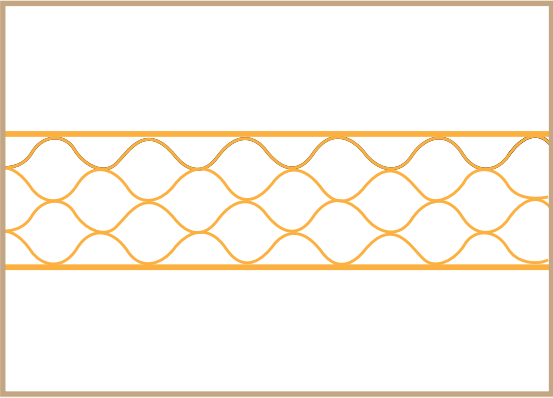


Рис. 6: При сплошной изоляции воздух удерживается в неподвижных слоях

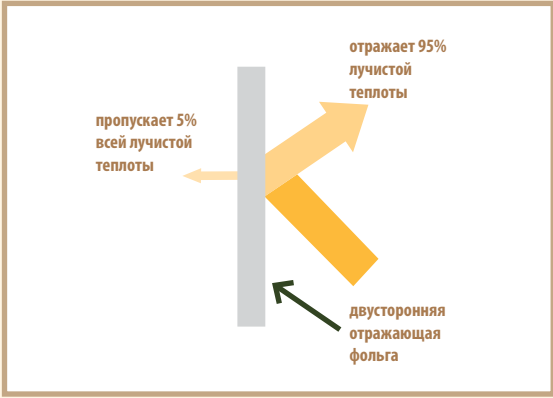


Рис. 7: Отражательная изоляция и теплопотери

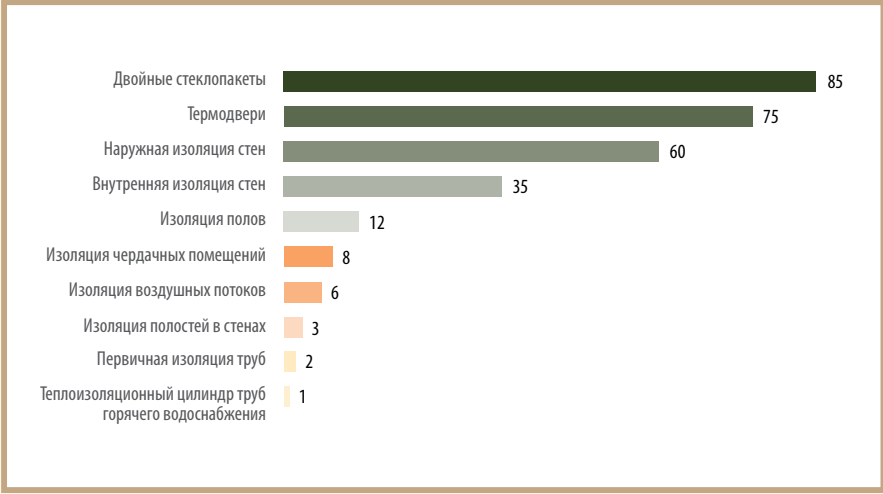


Рис. 8: Срок окупаемости для технологий изоляции - Лет



## ОБЗОР МИРОВОГО РЫНКА ИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Лидером рынка изоляционных материалов является сегмент жилищного строительства: в 2014 году на него пришлось более 50% от общей выручки. Рост этого сегмента в основном объясняется активной урбанизацией в сочетании с высоким располагаемым доходом.

В 2016 году крупнейшее маркетинговое агентство опубликовало новое исследование «Рынок изоляционных материалов (пенопласт, минеральная вата, стекловолно и т. д.) в сфере строительства жилых и нежилых зданий: анализ, объем, доля, рост, сегмент, тенденции и прогноз, 2014–2020 гг.». Согласно проведенному исследованию, объем мирового рынка изоляционных материалов к 2020 году достигнет 65 млрд долларов США, а совокупный годовой темп роста — около 8,0% с 2015 по 2020 годы.

Сегментация рынка изоляционных материалов осуществляется на основе ключевых продуктов, включая пластик, вспененный материал, минеральную вату, стекловолно и т.д. Крупнейшим сегментом являются изоляционные материалы из стекловолнока: в 2014 году их совокупная доля на рынке достигла 40%. У стекловолнока широкий спектр применения, так как оно обладает великолепными изоляционными свойствами и стоит недорого. Другим ключевым сегментом рынка являются изоляционные материалы из пенопласта. В ближайшем будущем на этом направлении ожидается существенный рост.

Изоляционные материалы широко применяются в строительстве жилых, нежилых и производственных зданий, системах отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха, производителями комплектного оборудования (ОЕМ) и в других секторах. Лидером рынка изоляционных материалов является сегмент жилищного строительства: в 2014 году на него пришлось более 50% от общей выручки. Рост этого сегмента в основном объясняется активной урбанизацией в сочетании с высоким располагаемым доходом.

Крупнейшим региональным рынком является рынок изоляционных материалов Азиатско-Тихоокеанского региона: в 2014 году на него пришлось более 40% от общей выручки на этом направлении. Ожидается, что рынок изоляционных материалов Азиатско-Тихоокеанского региона будет демонстрировать устойчивый рост на фоне увеличения объемов государственной поддержки и быстрого развития инфраструктуры. Вторым по доходности рынком изоляционных материалов является Североамериканский рынок.

### Драйверы и тенденции рынка

Основными макроэкономическими драйверами рынка изоляционных материалов являются изделия обрабатывающей промышленности, затраты строительной промышленности и курс на урбанизацию. В странах с развитой экономикой (в Северной Америке и Европе) действуют нормативы энергоэффективности зданий. Согласно Программе согласованных действий по повышению энергоэффективности зданий (совместная инициатива Государств-Членов Европейского Союза и Европейской Комиссии) все новые здания, которые будут введены в эксплуатацию на территории Государств-Членов с 2020 года, должны соответствовать стандарту нулевого чистого потребления энергии. Правительства развивающихся стран также активно поощряют использование теплоизоляционных материалов. Например, в 2014 году в штате Андхра-Прадеш, Индия приняли Кодекс рационального использования энергии в сфере строительства, который предполагает снижение затрат и сокращение использования энергии на 40–60% в коммерческих и общественных зданиях за счет применения долговечных и экологически безопасных строительных материалов. Подобные нормативы и инициативы являются скрытыми драйверами рынка. Тем не менее, сектор теплоизоляции сталкивается с определенными проблемами. К ним относятся низкая осведомленность о наличии изоляционных материалов в странах с развивающейся экономикой, а также высокие капитальные затраты на устройство теплоизоляции в зданиях.

Благоприятное нормативно-правовое регулирование в большинстве регионов мира (например, строительные нормы в странах Европейского Союза предусматривают более активное

использование изоляции для сокращения энергопотребления), по всей вероятности, внесет свой вклад в увеличение спроса. Кроме того, повышение затрат на инфраструктуру на развивающихся рынках Азиатско-Тихоокеанского региона (в Индии, Китае, Индонезии и Таиланде) также должно повысить темпы роста в период до 2024 года.

Волатильность цен на основные сырьевые материалы по-прежнему останется серьезной проблемой для участников рынка, которая объясняется постоянным изменением стоимости нефти.

Подобные проблемы осложняют деятельность участников рынка, так как напрямую влияют на издержки и рентабельность производства. Тем не менее, мировая экономика переживает период низких нефтяных цен, и спрос на пенопласт должен вырасти.

Рынок пенопласта отличается высокой степенью интеграции: целый ряд вертикально интегрированных компаний поставляют сырье и в то же время производят изоляционные материалы. Судя по всему, крупнейшие участники рынка постараются развить преимущество первопроходца, нарастив свою долю на рынке и товарный ассортимент.

Увеличение ключевыми игроками затрат на исследования также должно быть позитивно воспринято рынком. К тому же, ведущие участники сосредоточились на слияниях и поглощениях, чтобы расширить свое присутствие в регионах с развивающейся экономикой.

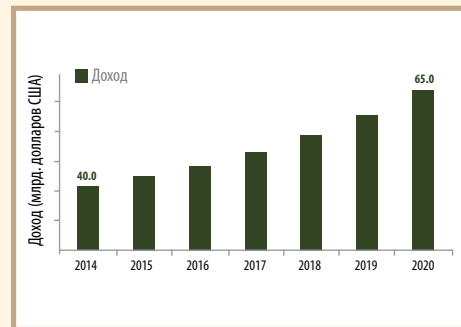


Рис. 9: Доход мирового рынка изоляционных материалов (2014–2020 гг. млрд. долларов США)

Материалы — аналитика

В 2015 году наиболее востребованным материалом стал пенопласт: на него пришлось более 45% от общей выручки на этом направлении. Пенопласт обладает высоким сопротивлением теплопередаче и активно используется для теплоизоляции и звукоизоляции жилых и нежилых зданий.

На фоне восстановления сектора строительства в США и Канаде прогнозируется резкое увеличение спроса на изоляционные материалы из стекловолокна. Стекловолокно широко используется в Северной Америке и является там самым распространенным материалом, благодаря высоким изоляционным свойствам, низкой стоимости и простоте укладки. Увеличивающийся спрос (в особенности, в сфере теплоизоляции энергоэффективных зданий и сооружений) наверняка вызовет повышение общих темпов роста в этом сегменте.

Сферы применения — аналитика

Очевидно, что лидером рынка изоляционных материалов станет сегмент жилищного строительства: к 2024 году его совокупный оборот должен превысить 36,3 млрд. долларов США. Программа реконструкции зданий с учетом климатических особенностей (WAP) Министерства энергетики США, направленная на повышение энергетической эффективности домохозяйств с низким доходом за счет федерального бюджета, скорее всего, повысит спрос на изоляционные материалы в сфере жилищного строительства.

Урбанизация в странах с развивающейся экономикой Азиатско-Тихоокеанского региона увеличила потребность в более качественных объектах коммерческого и социального назначения. Эта тенденция, в сочетании с благоприятным нормативно-правовым регулированием вопросов энергетической эффективности коммерческих и общественных зданий, повысит спрос на изоляцию в сфере строительства нежилых зданий в течение периода прогнозирования.

Регионы — аналитика

Лидером мирового рынка изоляционных материалов является Азиатско-Тихоокеанский регион: в 2015 году на него пришлось более 40% общей выручки. Этот региональный рынок отличается высоким спросом на изоляционные материалы для жилых домов и коммерческих зданий. Стремительная индустриализация и растущие затраты строительной промышленности в таких странах с развивающейся экономикой, как Китай, Индия, Индонезия, Таиланд, Малайзия и Филиппины вызвали потребность в более качественной инфраструктуре.

Ожидается, что увеличение спроса на теплоизоляцию для жилых домов и коммерческих зданий станет главным драйвером спроса в Северной Америке. По всей видимости, высокий уровень осведомленности потребителей о рациональном использовании энергии и курс на сокращение выбросов парниковых газов будут способствовать росту в этом регионе.

Североамериканский рынок изоляционных материалов будет расти под влиянием государственных инициатив, таких, как Программа реконструкции зданий с учетом климатических особенностей, которая предусматривает устройство изоляции, причем в первую очередь для домохозяйств с низким доходом. Увеличение спроса в регионе также можно приписать растущей потребности в изоляционных материалах на фоне модернизации зданий.

Конкурентоспособность — аналитика

Особенностью мирового рынка изоляционных материалов является присутствие на нем мультинациональных конгломератов. Производство изоляционных материалов требует значительных капиталовложений, поэтому цена входа на рынок высока. С точки зрения конкурентоспособности главная забота участников рынка — достижение эффекта масштаба.

Лидерами отрасли стали несколько крупнейших компаний с минимальными различиями в ассортименте продукции. Ключевые игроки — Saint-Gobain, Rockwool, Johns Manville, Knauf и Huntsman Corporation.

В результате стремительного развития инфраструктуры в регионах с развивающейся экономикой, в настоящее время ключевые участники рынка стремятся получить преимущество первопроходца на образовавшихся в результате этого прибыльных рынках. Серьезное влияние на конкуренцию в отрасли оказывает природоохранное законодательство.

Стратегия завоевания доли рынка

Лидеры глобального рынка изоляционных материалов применяют различные стратегии, чтобы расширить долю рынка. Создатели основных используемых стратегий опирались на анализ пресс-релизов, годовых отчетов ключевых участников рынка и консультировались непосредственно у отраслевых экспертов. Участники рынка, упомянутые в этом руководстве, являются изготовителями и дистрибьюторами изоляционных материалов для строительной и нефтегазовой отраслей, автомобильной и кабельной промышленности. Ключевые стратегии, применяемые ими, включают запуск новых изделий, совместные предприятия, поглощения, партнерства, расширения и инвестирование.

Анализ патентов

С января 2011 года по январь 2016 года по сравнению с остальными регионами мира в Азиатско-Тихоокеанском регионе было оформлено наибольшее количество патентов на изоляционные материалы. На втором месте оказалась Северная Америка, на третьем — Европа.



Рис. 10: Стоимость глобального рынка термоизоляционных материалов по регионам (2016 и 2020 гг.)

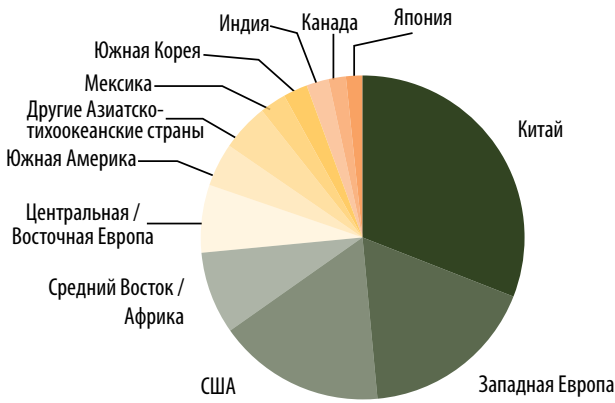


Рис. 11: Мировое потребление пенополиуретана (2016 г., Источник: IHS Chemical)

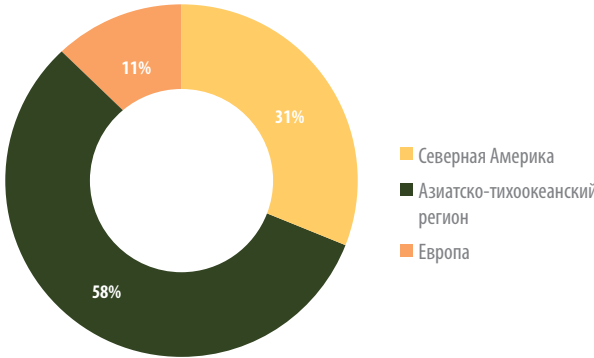


Рис. 12: Анализ патентов по географическим регионам (2011–2016 гг., %)

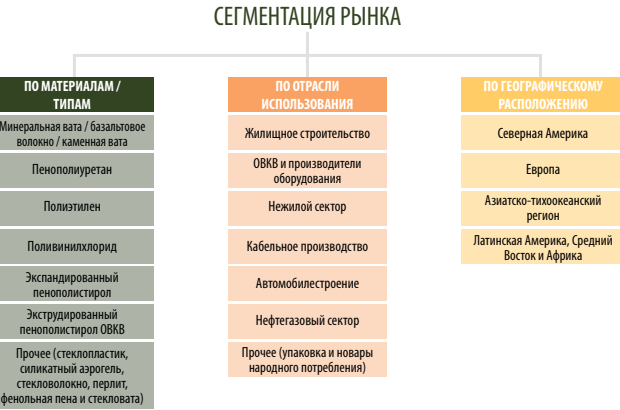


Рис. 13: Важные области и сегменты рынка изоляционных материалов



## ХОД РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТА И ВНЕДРЕНИЕ ИЗОЛЯЦИИ ИЗ ОВЕЧЬЕЙ ШЕРСТИ

В этом техническом руководстве представлен обзор различных видов изоляционных материалов, их свойств, способов применения и маркетинговых аспектов. Эта информация поможет начинающим инженерам и архитекторам получить технические знания об этих материалах и способах их применения. Интерес к изоляционным материалам из овечьей шерсти и их применению откроет новые возможности для широкого распространения этой технологии в Кыргызстане и других государствах региона.

**П**роект ЮНИДО «Развитие производства экономически эффективных строительных материалов в Кыргызской Республике с целью создания рабочих мест и поддержки предпринимательской деятельности» имеет целью использование имеющегося местного сырья для создания новых альтернативных материалов и повышение уровня занятости. Данный проект инициирован при финансовой поддержке Правительства Российской Федерации.

При решении технических и управленческих вопросов в рамках проекта ЮНИДО в Кыргызстане возникло множество новых идей, которые были представлены на рассмотрение заинтересованных лиц и стали предметом оживленных дискуссий. Эти идеи планируется доработать и реализовать в составе проекта.

Начался процесс закупок для внедрения новых материалов и технологий, включая оборудование для производства кровельных материалов, настенных и напольных покрытий,

дорожного покрытия, изоляционных материалов, термообработки древесины.

В ходе технических совещаний между членами проектной группы и консультативным комитетом были рассмотрены различные идеи, касающиеся внедрения технологий на основе местного сырья. Участники совещания пришли к выводу, что к процессу внедрения технологии производства изоляционных материалов на основе овечьей шерсти необходимо привлечь частную компанию. Эта технология была признана оптимальной для Кыргызстана. Перечисленные ниже преимущества изоляционных материалов из овечьей шерсти также подкрепляют идею внедрения этой экологически безопасной технологии в качестве одного из элементов проекта.

### ПРЕИМУЩЕСТВА ИЗОЛЯЦИИ ИЗ ОВЕЧЬЕЙ ШЕРСТИ



### КОНТРОЛЬ УРОВНЯ ВЛАЖНОСТИ

Овечья шерсть поглощает влагу (до 33% собственного веса), не снижая сопротивления теплопередаче. Сердцевидный слой овечьей шерсти является гигроскопичным, это свойство особенно ценно для изоляции чердачных помещений, в которых может накапливаться конденсат.



### ОГНЕСТОЙКОСТЬ

Одним из главных достоинств овечьей шерсти является невоспламеняемость. Пожалуй, это единственное волокно, которое естественным образом не поддерживает горение и внешнего источника горения самозатухает. Овечья шерсть содержит большое количество азота и поэтому не воспламеняется, а только тлеет и обугливается, температура возгорания овечьей шерсти 560°C.



### КАЧЕСТВО ВОЗДУХА

Овечья шерсть не выделяет формальдегид, диоксид азота и диоксид серы, а, напротив, поглощает или разлагает эти вещества.



### ОВЕЧЬЯ ШЕРСТЬ НЕ ВЫЗЫВАЕТ ЗУД

При работе со стекловатой и каменной ватой необходимо использовать защитные перчатки для предотвращения серьезного раздражения кожи. Необходимо также использовать средства индивидуальной защиты глаз и легких. При укладке изоляции из овечьей шерсти использование защитных средств не требуется.



### БЫСТРЫЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ

Затраты энергии при производстве овечьей шерсти на 85% меньше, чем при производстве стекловолна.

# БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК И ССЫЛКИ

7

## Научные публикации

- [1] **Shandong Polytenchni**, The research and development of heat insulation materials with low thermal-conductivity in high temperature, International Conference on Materials, Environmental and Biological Engineering, pp 868-871(2015).
- [2] **Fei Wang Jian Min Zhang and Qing Guo Tang**, Research progress on thermal insulation materials, Advanced Materials Research, vol. 427, pp 157-162 (2012).
- [3] **Zach J. Heal R. Sedlmajer M. and Hroudova J.**, Development of thermal insulation plasters for insulating and sanitation of building constructions, IACSIT International Journal of Engineering and Technology, vol. 5, pp 395 (2013).
- [4] **Hroudova J. Zach J. and Vodova L.**, Development of thermal insulation materials based on silicate using non-traditional binders and fillers, International Journal of Civil, Environmental, Structural, Construction and Architectural Engineering, vol. 8, issue 6, pp 713-716 (2014).
- [5] **Sagar Kumar Shah and Vinay Bhatt**, Study of thermal insulating materials and costing of economic thickness of insulation, Indian Journal of Applied Research, vol. 3, issue 8, pp 77-80 (2013).
- [6] **Long Tao, Zhou Baoshan and Xu Jian**, Technical and economical comparison between different kinds of materials and different geometries for electrostatic precipitator insulators, Paper 12A3, ICESP X – Australia (2006).
- [7] **Robert Dylewski and Janusz Adamczyk**, Economic and environmental benefits of thermal insulation of building external walls, Fuel and Energy Abstracts, vol.4, issue 12 (2011).
- [8] **Subhash Mishra Usmani J. A. and Sanjeev Varshney**, Energy saving analysis in building walls through thermal insulation system, International Journal of Engineering Research and Applications, vol. 2, issue 5, pp128-135 (2012).
- [9] **Jiří Zacha Jitka Hroudová Jiří Brožovský Zdeněk Krejzad and Albinas Gailiuse**, Development of thermal insulating materials on natural base for thermal insulation systems, Procedia Engineering, vol. 57, pp 1288 –1294 (2013).
- [10] **Gesa F. Newton Atser A. Roy and Aondoakaa I. Solomon**, Investigation of the thermal insulation properties of selected ceiling materials used in Makurdi Metropolis, American Journal of Engineering Research , vol. 3, Issue 11, pp 245-250 (2014).
- [11] **Ajibola K.**, Ventilation of spaces in a warm-humid climate-case study of some housing types, Renewable Energy, vol. 10, issue 1, pp 61–70 (1997).
- [12] **Kisanga A. U.**, The challenge faced by the building materials industries in the developing countries in the 1990s: with special reference to Tanzania, Habitat International, vol. 14, issue 4, pp 119-132 (1990).
- [13] **Moriarty P.**, The case for traditional housing in tropical Africa. Habitat International, vol. 4, issue 3, pp 285-290 (1979).
- [14] **Zhai Z. and Previtali J.M.**, Ancient vernacular architecture: characteristics categorization and energy performance evaluation, Energy and Buildings, vol. 42, issue 3, pp 357-365 (2010).
- [15] **Nahar N. M. Sharma P. and Purohit M. M.**, Performance of different passive techniques for cooling of buildings in arid regions. Building and Environment, vol. 38, issue 1, pp 109-116 (2003).
- [16] **Nahar N. M. Sharma P. and Purohit M. M.**, Studies on solar passive cooling techniques for arid areas, Energy Conversion and Management, vol. 40, issue 1, pp 89-95 (1999).
- [17] **Akbari H.**, Measured energy savings from the application of reflective roofs in two small non-residential buildings, Energy, vol. 28, issue 9, pp 953-967 (2003).
- [18] **Bozonnet E. Doya M. and Allard F.**, Cool roofs impact on building thermal response: A French case study, Energy and Buildings, vol. 43, issue 11, pp 3006-3012 (2012).
- [19] **Hernández-Pérez I.**, Thermal performance of reflective materials applied to exterior building components—A review, Energy and Buildings, vol. 80 issue 1, pp 81-105 (2014).
- [20] **Synnefa A. Santamouris M. and Akbari H.**, Estimating the effect of using cool coatings on energy loads and thermal comfort in residential buildings in various climatic conditions, Energy and Buildings, vol.39, issue 11, pp 1167-1174 (2007).
- [21] **Sanjai N. and Chand P.**, Passive cooling techniques in buildings: past and present a review. ARISER 4, pp 37–46 (2008).
- [22] **Susanti L. Homma H. and Matsumoto H.**, A naturally ventilated cavity roof as potential benefits for improving thermal environment and cooling load of a factory building. Energy and Buildings, vol. 43, issue 1, pp 211-218 (2011).
- [23] **Özdeniz M. B. and Hançer P.**, Suitable roof constructions for warm climates - Gazimagusa case, Energy and Buildings, vol.37, issue 6, pp 643-649 (2005).
- [24] **Crawley D. B.**, Energy plus: creating a new-generation building energy simulation program, Energy and Buildings, vol.33, issue 4, pp 319-331(2001).
- [25] **Perez R.**, Modeling daylight availability and irradiance components from direct and global irradiance, Solar Energy, vol. 44, issue 5, pp 271-289 (1990).
- [26] **Awbi H. B.**, Design considerations for naturally ventilated buildings, Renewable Energy, vol. 5, issue 5-8, pp 1081-1090 (1994).
- [27] **Nouidui T. Wetter M. and Zuo W.**, Functional mock-up unit for co-simulation import in energyplus, Journal of Building Performance Simulation, vol. 7, issue 4, pp 192-202 (2014).
- [28] **Jiří Zach Jiří Brožovský and Jitka Hroudová**, Research and development of thermal -insulating materials based on natural fibers, Modern Building Materials Structure and Techniques, vol. 6, pp 330-334 (2010).
- [29] **Tuomo Ojanen Pinto Seppä. and Esa Nykänen**, Thermal insulation products and applications - Future road maps, Science Direct, vol. 78, pp 309-314 (2015).
- [30] **Jun Kono, Yutaka Goto and Holger Wallbaum**, Factors for eco-efficiency improvement of thermal insulation materials, Key Engineering Materials, vol. 678, pp 1-13 (2016).
- [31] **Philippa Howden-Chapman**, Effect of insulating existing houses on health inequality: cluster randomised study in the community, Building Materials Journals, vol. 334, pp 7591(2007).
- [32] **Francesco Asdrubali Francesco D'Alessandro and Samuele Schiavoni**, A review of unconventional sustainable building insulation materials, Sustainable Materials and Technologies, vol. 4, pp 1–17 (2015).



## Технические статьи и информация, доступные в интернете

- [1] **Joseph Lstiburek**, BSI-001 The perfect wall, Building Science Cooperation, [www.buildingscience.com](http://www.buildingscience.com) (2010).
- [2] **J.F. Straube, K. Ueno, and C.J. Schumacher**, Measure guideline: Internal insulation of masonry walls, , Building Science Corporation, [www.nrel.gov](http://www.nrel.gov) (2012).
- [3] **Alan Carson Dunlop & Associates**, Urea formaldehyde foam insulation, [www.carsondunlop.com](http://www.carsondunlop.com) (2014).
- [4] **National University of Singapore**, Researchers turn paper waste into ultra light super material that improves oil spill cleaning, heat insulation, Science Daily, [www.sciencedaily.com](http://www.sciencedaily.com) (2016).
- [5] **Linshuang Long and Hong Ye**, The roles of thermal insulation and heat storage in the energy performance of the wall materials: a simulation study, Science Reports, [www.nature.com](http://www.nature.com) (2016).
- [6] **Giama E. and Papadopoulos A. M.**, Environmental performance evaluation of thermal insulation materials and its impact on the building, [www.fibran.gr](http://www.fibran.gr) (2000).
- [7] **Mariana Palumbo , Antonia Navarro and Ana Maria Lacasta**, Characterization of thermal insulation materials developed with crop wastes and natural binders, World Barcelona, [www.ws14barcelona.org](http://www.ws14barcelona.org) (2014).
- [8] **Ted Kesik Eng P.**, Cost effective levels of thermal insulation for basements in Canadian housing, 11th Canadian Conference on Building Science and Technology Banff, Alberta, [www.nbcc.net](http://www.nbcc.net) (2007).
- [9] **Delghust M. and A. Janssens A.**, Retrofit cavity-wall insulation: performance analysis from in-situ measurements, [www.ikisoleermijnspouw.be](http://www.ikisoleermijnspouw.be).
- [10] **Chris Woodford**, Heat insulation, [www.explainthatstuff.com](http://www.explainthatstuff.com) (2016).
- [11] **Lucintel USA**, Growth opportunities in the global building thermal insulation market, [www.lucintel.com](http://www.lucintel.com) (2016).
- [12] **Building Envelop Forum**, Insulating solid masonry walls, [www.cebq.org](http://www.cebq.org).
- [13] **Heinrich Wigger, Kerstin Stölken and Britta Schreiber**, Cavity wall insulation in existing buildings, Sustainable Energy Planning, [www.archive.northsearegion.eu](http://www.archive.northsearegion.eu) (2011).
- [14] **Joanne Hopper and John R. Littlewood**, Assessing retrofitted external wall insulation using infrared thermography, [www.emeraldinsight.com](http://www.emeraldinsight.com) (2012).
- [15] **Mark Crawford**, A green alternative to insulation materials, [www.asme.org](http://www.asme.org) (2013).
- [16] **Paul E. Totten P E Sean M. O'Brien and P E Marcin Pazera**, The effects of thermal bridging at interface conditions, [www.cymcdn.com](http://www.cymcdn.com).
- [17] **Lucy Crowmak**, Australian insulation standards are not the most cost-effective, [www.smh.com.au](http://www.smh.com.au) (2016).
- [18] **Juan Rodriguez**, All about insulation - tips and materials, [www.thebalance.com](http://www.thebalance.com) (2016).
- [19] **Ministry of Business and Employment New Zealand**, Building code requirements for house insulation, [www.building.govt.nz](http://www.building.govt.nz) (2008).
- [20] **URSA Insulation Belgium**, Insulation for a better tomorrow, [www.ursa.com](http://www.ursa.com) (2012).

- [21] **Brian Bannon**, Five most common insulation materials, [www.thermaxxjackets.com](http://www.thermaxxjackets.com) (2011).
- [22] **Susan Lahey**, The best Insulation types for your home, [www.motherearthliving.com](http://www.motherearthliving.com) (2006).
- [23] **US Department of Energy**, Where to insulate home, [www.energy.gov](http://www.energy.gov).
- [24] **Home Advisor International France**, How much does it cost to insulate a house? [www.homeadvisor.com](http://www.homeadvisor.com).
- [25] **House Logic USA**, Insulation types and tips, [www.houselogic.com](http://www.houselogic.com).
- [26] **House Logic USA**, Smart Homes, Insulation types and tips, [www.houselogic.com](http://www.houselogic.com).
- [27] **FAO Corporation Documents**, Thermal insulation materials, technical characteristics and selection criteria, [www.fao.org](http://www.fao.org).
- [28] **Greenspec UK**, Insulation materials and its thermal properties, [www.greenspec.co.uk](http://www.greenspec.co.uk).
- [29] **USA Insulation**, Compare insulation types for homes, [www.usainsulation.net](http://www.usainsulation.net).
- [30] **Conrad Mackie**, Insulation options for metal or steel buildings, [www.buildingsguide.com](http://www.buildingsguide.com).
- [31] **Department of Environmental Conservation**, University of Massachusetts, Cellulose insulation-A smart choice, [www.bct.eco.umass.edu](http://www.bct.eco.umass.edu).
- [32] **The GreenAge UK**, Cavity wall insulation, [www.thegreenage.co.uk](http://www.thegreenage.co.uk).
- [33] **US Department of Energy**, Type of insulation, [www.energy.gov](http://www.energy.gov).
- [34] **General Steel Buildings**, Metal building insulations options and prices, [www.gensteel.com](http://www.gensteel.com).
- [35] **Green Building Alliance**, Building insulation, [www.go-gba.org](http://www.go-gba.org).
- [36] **Con Edison**, Well insulated houses, [www.coned.com](http://www.coned.com).

## ТЕХНИЧЕСКИЕ ОТЧЕТЫ В ИНТЕРНЕТЕ

- [1] **Linshuang Long & Hong Ye**, The roles of thermal insulation and heat storage in the energy performance of the wall materials: A simulation study, [www.nature.com](http://www.nature.com) (2016).
- [2] **Jonathan Cline Emily Domingue Emily Fournier Marco Villar**, Sustainable paper insulation for kambashus in informal settlements of Namibia, Interactive Qualifying Project for the Degree of Bachelor of Science, [www.web.wpi.edu](http://www.web.wpi.edu) (2012).
- [3] **Norwegian Science and Technology University**, State-of-the-art highly insulating window frames—research and market review, [www.windows.lbl.gov](http://www.windows.lbl.gov) (2007).
- [4] **Partnership and Advancing Housing Technology USA**, Cost and Benefits of Insulation concrete forms for residential construction, [www.pathnet.org](http://www.pathnet.org) (2001).
- [5] **Tomáš Vrána Licentiate**, Impact of moisture on long term performance of insulating products based on stone wool, [www.diva-portal.org](http://www.diva-portal.org) (2007).
- [6] **DG Environment by AEA for European Commission**, Green public procurement thermal insulation technical background report, [www.ec.europa.eu](http://www.ec.europa.eu) (2010).
- [7] **Report Green Building Insulation: The Environmental Benefits**, A supplement of Building Design and Construction, [www.greenguard.org](http://www.greenguard.org) (1998).
- [8] **Government of Western Australia Department of Commerce**, Home insulation, [www.commerce.wa.gov.au](http://www.commerce.wa.gov.au) (2015).
- [9] **Australian Government**, Your Home, Australian guide for environment friendly sustainable home, [www.yourhome.gov.au](http://www.yourhome.gov.au).
- [10] **Beacon Pathway Limited**, Thermal insulation in New Zealand homes: A status report , [www.beaconpathway.co.nz](http://www.beaconpathway.co.nz) (2008).
- [11] **Thermal Energy Association of Southern Africa**, The guide to energy efficient thermal insulation in buildings, [www.aaamsa.co.za](http://www.aaamsa.co.za) (2010).
- [12] **Irish Agreement Board**, Limiting thermal bridging and air infiltration acceptable construction details Introduction, [www.housing.gov.ie](http://www.housing.gov.ie) (2011).
- [13] **North American Insulation Manufacturer Association**, Air infiltration & insulation by Manufacturer's Instructions to Achieve Energy Efficiency of Any Building, [www.cymcdn.com](http://www.cymcdn.com) (2009).
- [14] **Par Jahansson**, Vacuum insulation panels in buildings, [www.publications.lib.chalmers.se](http://www.publications.lib.chalmers.se) (2012).
- [15] **Elizabeth Milsom**, Solid wall heat losses and the potential for energy saving, [www.bre.co.uk](http://www.bre.co.uk). (2016).
- [16] **Bill Lippy**, Technical report, R- values for hybrid insulation values for ceiling above garage, [www.fifoil.com](http://www.fifoil.com) (2014).





ОРГАНИЗАЦИЯ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ  
ПО ПРОМЫШЛЕННОМУ РАЗВИТИЮ

© UNIDO 2017 - Все права защищены

Данный документ не был отредактирован Организацией Объединенных Наций. Используемые в этом документе обозначения и подача материала не имеют целью выразить какое-либо мнение от имени секретариата Организации Объединенных Наций по промышленному развитию (ЮНИДО) в отношении правового режима каких-либо страны, территории, города, зоны или их властей или касательно их границ и рубежей, экономической системы, уровня развития. Такие обозначения как «развитый», «индустриализированный» или «развивающийся» используются для статистических целей и не обязательно выражают суждение о стадии, достигнутой той или иной страной или зоной в процессе развития. Упоминание наименований фирм или коммерческих товаров не означает одобрение их со стороны ЮНИДО.

Иллюстрации: © 2017 - www.adobestock.com

Этот проект финансируется  
Российской Федерацией



Организация Объединенных Наций по промышленному развитию

Vienna International Centre  
P.O. Box 300, 1400 Vienna, Austria  
Тел.: (+43-1) 26026-3570  
Факс: (+43-1) 26026-6842  
Email: [IUMP@unido.org](mailto:IUMP@unido.org)  
[www.unido.org/iump](http://www.unido.org/iump)

