

Как утеплить дом, гараж, веранду, беседку, теплицу с наибольшей эффективностью? В этой книге вы найдете все, что необходимо знать домашнему мастеру, чтобы самостоятельно провести работы. Виды материалов для утепления, основы строительной теплотехники, необходимые инструменты, чертежи и схемы, советы по энергосбережению и многое другое.

Вы узнаете о:

- видах теплоизоляционных материалов
- технике работы по утеплению помещений
- внутреннем и внешнем утеплении стен

www.bookclub.ua

ISBN 978-617-12-3869-5



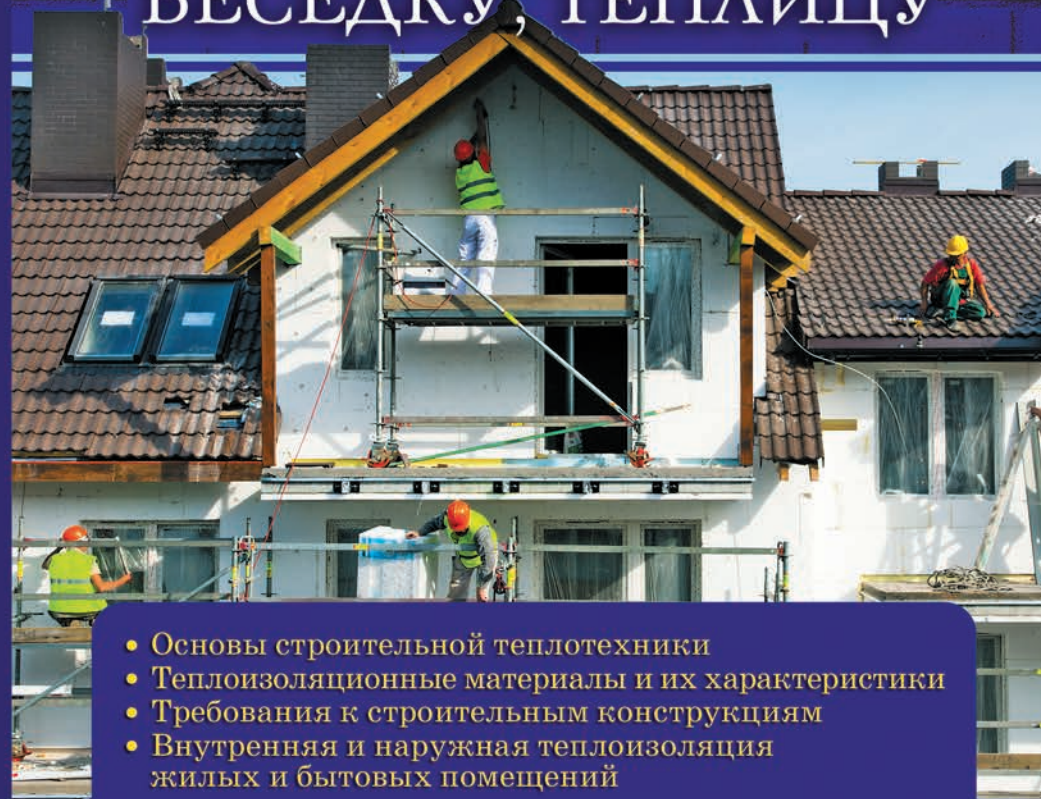
9 786171 238695

УТЕПЛЯЕМ ДОМ ГАРАЖ, ВЕРАНДУ, БЕСЕДКУ, ТЕПЛИЦУ



УТЕПЛЯЕМ ДОМ

ГАРАЖ, ВЕРАНДУ, БЕСЕДКУ, ТЕПЛИЦУ



- Основы строительной теплотехники
- Теплоизоляционные материалы и их характеристики
- Требования к строительным конструкциям
- Внутренняя и наружная теплоизоляция жилых и бытовых помещений

УТЕПЛЯЕМ ДОМ

ГАРАЖ, ВЕРАНДУ,
БЕСЕДКУ, ТЕПЛИЦУ

УТЕПЛЯЕМ ДОМ

ГАРАЖ, ВЕРАНДУ,
БЕСЕДКУ, ТЕПЛИЦУ

УДК 624.0
У84



Никакая часть данного издания не может быть
скопирована или воспроизведена в любой форме
без письменного разрешения издательства

Дизайнер обложки *Андрей Цепотан*

ISBN 978-617-12-3869-5

© Depositphotos: HighwayStarz, katdom,
mkuchina, pryzmat, обложка, 2017
© Книжный Клуб «Клуб Семейного До-
ступа», издание на русском языке, 2017
© Книжный Клуб «Клуб Семейного До-
ступа», художественное оформление,
2017

ПРЕДИСЛОВИЕ

В последнее время тарифы на коммунальные услуги, в частности на отопление, растут рекордными темпами. Люди вынуждены искать решения, для того чтобы хоть как-то сэкономить. Одни переходят на иной вид отопления, другие — устанавливают дополнительные счетчики, пытаются найти выгодный тариф. В то же время оптимальным вариантом комфортного и экономного проживания является утепление стен и прочих конструктивных элементов жилых домов.

Энергосбережение в последнее время стало глобальной проблемой. По прогнозам экономистов, рост цен на энергоносители и впредь будет значительно опережать инфляцию. Именно поэтому в Европе, например, принят пакет законов, направленных на стандартизацию в странах Содружества строительных нормативов с целью повышения энергоэффективности зданий. Ужесточаются нормативы по термическому сопротивлению ограждающих конструкций зданий и у нас.

До недавнего времени основным строительным материалом был обыкновенный глиняный кирпич. Дома, построенные из него, известны своей долговечностью и прочностью, но есть у кирпича и значительный недостаток — он плохо сохраняет тепло. Дом из него прогревается медленно и так же медленно тепло возвращает. И если многоэтажное жилищное строительство ведется с учетом требований по энергоэффективности, то индивидуальные застройщики зачастую строят по старым нормам и технологиям в части теплосбережения, без учета новейших достижений и мирового опыта в этой области, хотя цены на энергоресурсы выросли и продолжают расти. Наружные стены делают, как правило, по прежнему в 2—2,5 кирпича или из так называемых эффективных легкобетонных блоков толщиной

40 см с последующей облицовкой в полкирпича. Сэкономив на толщине стен и теплоизоляции, владельцы домов несут впоследствии большие расходы на отопление, что приводит к перерасходу дефицитного топлива и дополнительному загрязнению окружающей среды. Но технические возможности и современные теплоизоляционные материалы позволяют решить эти проблемы уже сегодня.

Чтобы не мерзнуть, лучше предусмотреть утепление фундамента, стен, проемов и кровли еще на стадии проектирования дома. В результате на его обогрев потребуется вдвое меньше топлива или электроэнергии, чем на отопление неутепленного. С учетом роста цен на энергоносители это немаловажно. К тому же в холодные зимы бывает и так, что температуру в неутепленном доме не удастся поднять выше 10—12 °С, даже если топить на полную мощность. Поэтому на утеплении лучше не экономить.

Но коль скоро зашла речь о подготовке жилья к сырости, ветру и морозу, стоит задуматься и о том, что зимний быт и досуг может быть не менее разнообразным, чем в летние месяцы. Ведь мы не медведи, и в морозы в спячку не впадаем. Поэтому мыслить нужно шире, озаботиться не только утеплением дома, но подумать и о том, как утеплить, например, беседку и сделать ее комфортной для отдыха осенью и зимой.

Как утеплить дом, гараж, веранду, беседку, теплицу с наибольшей эффективностью, что лучше — внутреннее или внешнее утепление стен, какие материалы использовать для этого и как домашнему мастеру самостоятельно провести работы по энергосбережению — на эти и другие вопросы мы попытаемся ответить в этой книге.

ОСНОВЫ СТРОИТЕЛЬНОЙ ТЕПЛОТЕХНИКИ

Для того чтобы работы по утеплению того или иного строения были проведены максимально эффективно, придется сначала на некоторое время погрузиться в мир теоретических определений, формул и расчетов. Все они являются развитием второго начала термодинамики, согласно которому тепло распространяется от более горячих тел к более холодным. Зачем это нужно домашнему мастеру? Чтобы самостоятельно сравнить между собой различные энергосберегающие конструкции и выбрать наиболее экономически целесообразную модель, а также обеспечить избранной конструкции надлежащую долговечность, предупредив возможность конденсации влаги и других нежелательных явлений. Конечно, в этой книге подробно рассмотрены методики проведения работ для большинства типовых зданий и сооружений, однако охватить весь спектр возможных задач очень сложно. К тому же, ознакомившись с основными правилами строительной теплотехники, вы сможете рационально подобрать нужные материалы и оптимизировать работы по утеплению своего жилья.

РАСЧЕТ ТЕРМИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

При нормативной влажности внутреннего воздуха жилых домов 55 % наружные стены должны обладать такими теплозащитными характеристиками, чтобы влага, находящаяся в воздухе, не выпадала на внутренней поверхности стен в виде

конденсата, а человек, находящийся в помещении, не переохлаждался в результате теплообмена с холодными наружными стенами. Исходя из этого, нормируются теплозащитные характеристики стены. Способность ограждений оказывать сопротивление потоку тепла, проходящему из помещения наружу, характеризуется сопротивлением теплопередаче R_0 . Согласно СНиП 2-3-79* (Строительная теплотехника)¹, сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции следует определять по формуле:

$$R_0 = 1/\alpha_{в} + R_{к} + 1/\alpha_{н}$$

где:

$\alpha_{в}$ — коэффициент теплоотдачи у внутренней поверхности ограждающей конструкции (таблица 1²);

$\alpha_{н}$ — коэффициент теплоотдачи у наружной поверхности для зимних условий (таблица 2);

$R_{к}$ — термическое сопротивление самой ограждающей конструкции.

При этом, согласно СНиП 23-02-2003, для жилых зданий, лечебных и детских учреждений оптимальным считается такое сопротивление теплопередаче, при котором температура внутренней поверхности стены отличается от температуры внутреннего воздуха не более чем на 4 °С. Эта величина называется нормативным температурным перепадом ($D_{тн}$, °С). Для покрытий и чердачных перекрытий $D_{тн}$ не должен превышать 3 °С, а для перекрытий над проездами, подвалами и подпольями — 2 °С.

Сопротивление теплопередаче каждого слоя ограждающей конструкции $R_{к}$ показывает, насколько сопротивляется передаче тепла слой материала данной толщины. Чем выше эта величина, тем лучше теплоизоляция. Расчет ведется по формуле:

¹ В наше время этот документ заменен новыми нормативными документами, где больше внимания уделено вопросам энергоэффективности крупных объектов. Так, в Украине действуют нормы ДБН В.2.6-31:2006 «Конструкции зданий и сооружений. Тепловая изоляция зданий», в Российской Федерации — СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий». Тем не менее справочные данные и формулы из «старого» СНиПа вполне пригодны для расчетов в быту.

² Справочные таблицы находятся в конце книги в разделе «Приложения».

$$R_k = \delta / \lambda [(m^2 \cdot ^\circ C) / Вт],$$

где δ — толщина материала (в метрах);

λ — коэффициент теплопроводности (Вт/м·°С), который характеризует конкретный материал или изделие из него. Чем он меньше, тем лучше материал сохраняет тепло. Производители обычно указывают расчетное значение коэффициента теплопроводности λ_d , определяемое в лабораторных условиях (таблица 4).

Сопротивление теплопередаче многослойной конструкции определяют как сумму сопротивлений отдельных слоев: $R\Sigma = \Sigma R_i = R_1 + R_2 + \dots + R_n = \Sigma \delta_i / \lambda_i$.

При этом для многослойных конструкций следует внести поправки на неоднородность теплоизоляционного слоя $\Delta R = \Delta R_1 + \Delta R_2$, где

ΔR_1 — от неплотностей; ΔR_2 — от соединителей.

Для плит:

- однослойных встык: $\Delta R_1 = 0,10 (m^2 \cdot K/Вт)$;
- двухслойных с перевязкой швов: $\Delta R_1 = 0,00$.

При применении стальных соединителей (связей):

- для $4 \times \varnothing 4,5$ мм: $\Delta R_2 = 0,20$;
- для $4 \times \varnothing 6,0$ мм: $\Delta R_2 = 0,40 (m^2 \cdot K/Вт)$;
- для $4 \times \varnothing 8,0$ мм: $\Delta R_2 = 0,85 (m^2 \cdot K/Вт)$.

Поправку на соединители не учитывают, если они:

- проходят через воздушную прослойку;
- соединяют деревянный каркас со стеной.

Потери тепла одним квадратным метром стены можно подсчитать по формуле

$$Q = \Delta t / R_0 (Вт),$$

где Δt — разница между наружной температурой воздуха и температурой внутри помещения.

Величина, обратная R_k , называется коэффициентом теплопередачи k (Вт/м²·°С). Он свидетельствует о том, какой уровень теплоизоляции обеспечивает конкретная конструкция (например,

стена или крыша): чем выше этот коэффициент, тем ниже теплоизоляционные свойства конструкции.

Согласно ДБН В 2.6—31:2006 «Конструкции зданий и сооружений. Тепловая изоляция зданий», для наружных стен в первой, самой холодной, температурной зоне Украины, $R = 2,8 \text{ м}^2 \text{ К/Вт}$; второй — $2,5 \text{ м}^2 \text{ К/Вт}$; третьей — $2,2 \text{ м}^2 \text{ К/Вт}$ и четвертой — $2,0 \text{ м}^2 \text{ К/Вт}$ (см. таблица 3). Нормируемое сопротивление теплопередаче наружных стен для некоторых регионов России приведено в таблице 5.

Необходимую толщину утеплителя вычисляют, исходя из минимально допустимого значения сопротивления теплопередаче всей конструкции $R_{q \text{ min}}$, который принимают согласно строительным нормам для той или иной климатической зоны. Для этого следует просчитать термическое сопротивление каждого слоя стены, сложить полученные данные и сравнить с допустимым значением. Если расчетное сопротивление окажется ниже допустимого, следует увеличить толщину утеплителя.

Согласно СНиП 23-02-2003 (Тепловая защита зданий), нормативное значение сопротивления теплопередаче принимают в зависимости от градусо-суток района строительства. Количество градусо-суток отопительного периода (D_d) составляет

$$D_d = (t_b - t_{\text{оп}}) \cdot Z_{\text{оп}}, \text{ где}$$

t_b — расчетная температура внутреннего воздуха. Для жилых, общественных и административных помещений принимают $20 \text{ }^\circ\text{C}$; для промышленных зданий — $18 \text{ }^\circ\text{C}$;

$t_{\text{оп}}$ — средняя температура отопительного периода города строительства, принимаемая при температуре наружного воздуха $\leq 8 \text{ }^\circ\text{C}$;

$Z_{\text{оп}}$ — продолжительность отопительного периода в сутках¹.

Вычислив количество градусо-суток для конкретной местности, по таблице 6 можно определить минимальное сопротивление теплопередаче той или иной ограждающей конструкции.

¹ Климатические параметры для этого расчета приводятся в СНиП 23-01-99* «Строительная климатология».

ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Теплоизоляционные материалы — это строительные материалы с пористой или волокнистой структурой, занимающие большой объем при минимальном весе. Воздух, находящийся в порах или между волокнами, плохо проводит тепло и обеспечивает теплозащитные свойства материалов. При грамотном утеплении в доме хорошо удерживается тепло, выводится избыточная влага и поступает свежий воздух. Отвечающие за это свойства утеплителя, такие как теплопроводность, паро- и воздухопроницаемость, должны быть взаимосвязаны.

Теплопроводность — это способность материалов транспортировать тепловую энергию от более нагретых частей тела к менее нагретым, что приводит к выравниванию температуры. При этом перенос энергии в теле осуществляется в результате непосредственной передачи энергии от частиц (молекул, атомов, электронов), обладающих большей энергией, частицам с меньшей энергией. Основная задача теплоизоляционных материалов — снизить потери тепла. Чем меньше теплопроводность, тем меньше тепла уходит за пределы здания. Теплопроводность теплоизоляционных материалов должна быть не более $0,1 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$. Материалы с теплопроводностью от $0,03$ до $0,05 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ считаются хорошими, а с теплопроводностью менее $0,03 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ — самыми лучшими. Для материалов, эксплуатируемых при температуре до $200 \text{ }^\circ\text{C}$, теплопроводность нормируется при температуре $25 \text{ }^\circ\text{C}$, до $500 \text{ }^\circ\text{C}$ — при $125 \text{ }^\circ\text{C}$, свыше $500 \text{ }^\circ\text{C}$ — при $300 \text{ }^\circ\text{C}$.

Не все так однозначно с двумя другими параметрами. От них зависит важное качество конструкции, которое в просторечии описывают словами «стена дышит». Дело в том, что в воздухе жилого помещения всегда много водяных паров. Влага выделяется во время приготовления пищи и мытья посуды (около $2,5 \text{ кг}$ в сутки), при мытье полов ($0,15 \text{ кг}/\text{м}^2$), а также комнатными растениями и цветами (до $0,8 \text{ кг}$ в сутки каждым). Во время сна у человека испаряется 45 г влаги в час, а при физической работе испарение увеличивается до $250 \text{ г}/\text{ч}$. И все это содержится

в воздухе в виде водяных паров, которые обуславливают его влажность. Однако воздух способен насыщаться водой только до определенных пределов. Например, при температуре 20 °С в 1 м³ воздуха может содержаться 17,5 г влаги. При превышении этой величины при той же температуре избыточная влага конденсируется на охлаждающихся поверхностях в виде мелких капель воды (росы). При охлаждении воздуха его относительная влажность увеличивается и из водяного пара опять же выпадает конденсат. Чем ниже температура воздуха, тем меньше в нем остается воды. Например, при температуре 0 °С ее количество составляет всего 5 г на 1 м³. Таким образом, если воздух, имеющий температуру 20 °С, начать охлаждать до 5 °С, то из каждого кубометра в виде конденсата выпадет 12,5 г влаги.

Часть водяных паров зимой стремится проникнуть из помещения на улицу, где воздух суше. Эти пары и порождают массу проблем. В той зоне конструкции, где температура ниже значения точки росы, пары конденсируются и стена намокает, промерзает и постепенно разрушается (кирпич крошится, а дерево загнивает). Температура внутренней поверхности ограждения, безусловно, никогда не должна быть ниже точки росы¹. А если эта зона пройдет в толще теплоизолятора, расположенного снаружи стены, последствия будут зависеть от его паропроницаемости.

Не стоит буквально воспринимать выражение «стена дышит». Даже при высокой паропроницаемости материала стена не играет никакой роли в воздухообмене и снижении влажности в доме. Для этого она слишком плотная. Воздухообмен обеспечивает только вентиляция. «Дыхание стен», а правильнее говорить «паропроницаемость стен», имеет другое назначение: обеспечивает сохранность стеновой конструкции путем выведения из нее парообразной влаги.

Паропроницаемость — способность материалов пропускать водяные пары, содержащиеся в воздухе, под действием разно-

¹ Определить точку росы для помещений можно с помощью номограммы 1 в разделе «Приложения».

сти их парциальных¹ давлений на противоположных поверхностях слоя материала. С повышением температуры парциальное давление водяных паров увеличивается, и они стремятся попасть в область меньшего давления — на сторону слоя материала с меньшей температурой. Движение водяного пара можно оценить, зная сопротивление материала паропрооницанию:

$$R_{\pi} = \delta/\mu,$$

где δ — толщина слоя ограждающей конструкции, м;

μ — коэффициент паропрооницаемости материала слоя ограждающей конструкции мг/(м·ч·Па).

Коэффициент паропрооницаемости определяется количеством водяных паров в граммах, проходящим в течение 1 ч через слой материала площадью 1 м² и толщиной 1 м. У рыхлых материалов он больше, чем у плотных. Значение μ для некоторых материалов представлено в таблице 7.

Паропрооницаемость помогает конденсату в слое утеплителя испаряться, а свежему воздуху — проникать внутрь помещения. Но этот поток не должен быть интенсивным, чтобы не терялось тепло. Если утеплитель имеет малое значение сопротивления паропрооницанию, то водяные пары, стремящиеся из помещения наружу в холодное время года, легко его преодолевают и конденсируются на холодной поверхности внутри ограждения. Для защиты утеплителя и всей конструкции от намокания необходима пароизоляция — прокладка материала с высоким сопротивлением паропрооницанию под внутренней обшивкой. Например, очень высокое сопротивление имеет полиэтиленовая пленка. При ее использовании стена проветривается только наружным воздухом.

Значения этого параметра для некоторых материалов представлены в таблице 8.

Расположение слоев из различных материалов не влияет на величину общего термического сопротивления строительной конструкции, однако диффузия водяного пара, возможность

¹ Парциальное давление (лат. *partialis* — частичный) — давление, которое имел бы газ, входящий в состав газовой смеси, если бы он один занимал объем, равный объему смеси при той же температуре.

и место выпадения конденсата определяют расположение утеплителя на внешней поверхности стены. В ограждающих конструкциях, состоящих из нескольких слоев, слой с большим сопротивлением паропрооницанию следует располагать ближе к внутренней поверхности, а с меньшим сопротивлением — ближе к наружной, защитив его от продувания плотным, но паропроницаемым материалом¹.

Пароизоляция наружной стены не нужна, если:

- стена выполнена из однородного материала (брус, кирпич);
- стена выполнена в 2 слоя, причем у внутреннего слоя сопротивление паропрооницанию $R'' > 1,6 \text{ м}^2 \text{ ч Па/мг}$ (брус толщиной 100 мм, пенополистирол толщиной 80 мм, плотно прилегающий к стойкам).

Способность материала впитывать и удерживать воду характеризуется еще одним важным свойством — **водопоглощением (гигроскопичностью)**. Водопоглощение теплоизоляционных материалов — это количество воды, которое поглощает сухой материал при выдерживании в воде, отнесенное к массе сухого материала. Это очень важная характеристика теплоизоляционных материалов, контактирующих с окружающей средой, так как с повышением влажности их теплопроводность резко увеличивается и, соответственно, снижается теплозащитная способность.

Значения водопоглощения теплоизоляционных материалов по объему и по массе составляют:

для материалов с ячеистой структурой:

- с закрытой пористостью (пеностекло, некоторые пенопласты) — 2—15 и 80—120 %;
- с сообщающейся пористостью (перлит и др.) — 30—40 и 350—400 %;
- для материалов волокнистой структуры — 80—85 и 400—650 %.

Значительно снизить водопоглощение теплоизоляционных материалов позволяет их гидрофобизация (например, путем введения кремнийорганических добавок).

¹ Очень высокое сопротивление имеет, например, полиэтиленовая пленка. При ее использовании стена проветривается только наружным воздухом.

Следующими важнейшими показателями, определяющими теплотехнические и эксплуатационные характеристики теплоизоляционных материалов, являются теплоемкость, плотность, морозостойкость, прочность и огнестойкость.

Теплоемкость — свойство материала поглощать тепло при повышении температуры. Его характеризует удельная теплоемкость — количество тепла, которое необходимо сообщить 1 кг данного вещества для повышения его температуры на $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($\text{Дж}/(\text{кг}\cdot^{\circ}\text{C})$). Удельная теплоемкость материалов зависит от их природы и в незначительной степени — от объема пористости, что объясняется близкими абсолютными значениями удельной теплоемкости твердой фазы и воздуха. Например, у воздуха и плотного бетона они равны соответственно 1,04 и 0,92 кДж ($\text{кг}\cdot^{\circ}\text{C}$). Материалы органического происхождения имеют значительно большую удельную теплоемкость, чем минерального: у древесноволокнистых плит она в 3,2 раза, у пенопластов — в 1,8 раза больше, чем у минераловатных изделий.

Плотность — это соотношение массы материала к его объему ($\text{кг}/\text{м}^3$). Низкая плотность предполагает большую пористость. Обширный объем пустот внутри материала снижает его теплопроводность, улучшая теплозащитные свойства. Плотность различных теплоизоляционных материалов обычно варьируется от 20 до $100\text{ кг}/\text{м}^3$. Всего различают 17 марок по средней плотности: от 15 до $500\text{ кг}/\text{м}^3$.

Морозостойкость — это способность материала без разрушения выдерживать многократное попеременное замораживание и оттаивание. От этого показателя во многом зависит долговечность всей конструкции. Теплоизоляционные материалы должны обладать морозостойкостью не менее 20—25 циклов, чтобы сохранять свои свойства до капитального ремонта здания.

Прочность (на сжатие, изгиб, растяжение, сопротивление трещинообразованию) — способность материалов сопротивляться разрушению под действием внешних сил, вызывающих деформации и внутренние напряжения. Прочность теплоизоляционных материалов зависит от структуры и пористости. Жесткий материал с мелкими порами более прочен, чем материал с крупными неравномерными порами.

Классы огнестойкости в Европе согласно стандарту DIN 4102 определяют по шестибальной шкале, где А является высшим показателем, а F — низшим. К классу А относятся негоряемые материалы, а к классу В — воспламеняемые, и они являются основными для стройматериалов, включая теплоизоляционные. Негоряемые материалы, в свою очередь, делятся на А1 — не содержащие органических добавок, не способные к возгоранию вообще, и А2 — содержащие незначительную часть органических компонентов, способных к горению. Воспламеняемые материалы делятся на В1 — трудновоспламеняемые (могут гореть, но после затухания огня не способны возгораться повторно) и В2 — умеренно воспламеняемые (могут вторично самостоятельно возгораться, когда пламя уже потушено, и продолжать тлеть). Для классов В, С и D существуют три уровня степени выброса дыма «s» (smoke): s1 — чрезвычайно малый выброс дыма или же он отсутствует вовсе; s2 — достаточно большое количество дыма; s3 — очень большое количество дыма. В классах А2-Е имеется информация о трех уровнях выброса твердых частиц и капель при горении «d» (flaming / droplets / particles). Некоторые строительные материалы, например полистирен, в процессе горения могут образовывать горячие капли (droplets). С другой стороны, продукция из дерева имеет тенденцию к обугливанию до того, как начнут выделяться продукты горения (particles). Эти капли и частицы могут служить причиной возникновения новых очагов пожаров. Классификатор распределяет уровни выбросов капель и твердых частиц следующим образом: d0 — отсутствует, d1 — небольшое количество, d2 — достаточно большое количество.

Согласно СНиП 21-01-97 строительные материалы тоже подразделяются на два класса: негорючие (НГ) и горючие (Г). Для негорючих строительных материалов другие показатели пожарной опасности не определяются и не нормируются.

Горючие строительные материалы подразделяются на четыре группы: Г1 — слабо горючие, Г2 — умеренно горючие, Г3 — нормально горючие, Г4 — сильно горючие.

По воспламеняемости они подразделяются на три группы: В1 — трудновоспламеняемые, В2 — умеренно воспламеняемые и В3 — легко воспламеняемые. По дымообразующей способности

горючие стройматериалы подразделяются на три группы: Д1 — с малой дымообразующей способностью, Д2 — с умеренной дымообразующей способностью, Д3 — с высокой дымообразующей способностью. По распространению пламени по поверхности подразделяются на четыре группы: РП1 — нераспространяющие, РП2 — слабо распространяющие, РП3 — умеренно распространяющие, РП4 — сильно распространяющие. И, наконец, по токсичности продуктов горения горючие стройматериалы подразделяются на четыре группы: Т1 — малоопасные, Т2 — умеренно опасные, Т3 — высоко опасные, Т4 — чрезвычайно опасные.

Вышеприведенная информация — это тот минимум, который необходим для понимания условных обозначений, встречающихся в технических описаниях строительных материалов. Кроме того, при выборе не менее важны показатели химической стойкости, жесткости, экологической чистоты; следует учитывать и удобство в работе, и доступность материала, и, разумеется, стоимость.

Строительно-физические свойства теплоизоляционных материалов зависят от сырья, из которого они изготовлены. По виду исходного сырья все теплоизоляционные материалы делятся на две большие группы: неорганические и органические. К неорганическим относят теплоизоляционные материалы, изготовленные на основе неорганических веществ — асбеста, шлаков, стекла, кремнезема, перлита, вермикулита и других веществ минерального происхождения. Это минеральные ваты, пеностекло, керамзит, вспученные перлит и вермикулит, газобетон, газосиликат и т. д. Неорганические теплоизоляционные материалы долговечны, плохо впитывают влагу, не гниют, огнестойки, не повреждаются грызунами.

Органические теплоизоляционные материалы в зависимости от природы сырья разделяют на две категории: на основе природного органического сырья (древесина, отходы деревообработки, торф, однолетние растения, шерсть животных и так далее) и искусственные — газонаполненные пластические массы ячеистой или сотовой структуры. Характерная особенность

большинства органических теплоизоляционных материалов — низкая огнестойкость, поэтому обычно их применяют при температурах не выше 150 °С.

Теплоизоляционные материалы, сделанные только из природного органического сырья (пробка, ДВП и ДСП, соломит, камышит, торфоплиты), в строительной практике применяют довольно редко — они, за исключением пробки, отличаются весьма низкой водо- и биостойкостью. Гораздо шире распространены материалы смешанного состава (арболит, фибролит), получаемые из смеси минерального вяжущего вещества и органического наполнителя (древесных стружек, опилок).

По форме и внешнему виду все утеплители подразделяют на штучные изделия (плиты, блоки, кирпич, цилиндры, полуцилиндры, сегменты), рулонные и шнуровые (маты, шнуры, жгуты), рыхлые и сыпучие материалы (вата минеральная, стеклянная, вспученные перлит, вермикулит). По структуре строения материалы подразделяют на волокнистые, ячеистые и зернистые. На современном строительном рынке можно найти самые разные теплоизоляторы, каждый из которых по-своему хорош.

Существует миф, что некоторые утеплители отпугивают мышей. На самом деле такого стройматериала не существует. Мыши живут везде, где тепло, какой бы ни применялся теплоизоляционный материал. Другой вопрос — могут ли они им питаться? Мыши не едят неорганические материалы — минеральную вату, но могут грызть, например, пенополистирол — в нем есть органика.

ОСНОВНЫЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

В современной отечественной практике строительства преобладает три основных типа теплоизоляционных материалов: минеральная вата, плиты из пластических масс и различные засыпки. В каждом из этих типов есть свои разновидности, которые отличаются по характеристикам и цене. Рассмотрим их более подробно.

МИНЕРАЛЬНЫЕ ВАТЫ

Продукты из минеральной ваты представлены на рынке в виде плит и рулонных материалов (матов) различной плотности, а также в виде войлока, гранул, «скорлуп» и «сегментов». Они отличаются хорошими теплоизоляционными и акустическими свойствами, высокой огнестойкостью. Эти неорганические материалы применяются для утепления и звукоизоляции¹ фасадов (под оштукатуривание и облицовку), чердаков, крыш, перекрытий, стен и межкомнатных перегородок.

Минеральные ваты подразделяют на каменную (базальтовую), стеклянную, шлаковую, керамическую и др. Наиболее популярны первые два вида, которые могут включать либо стекловолокно, состоящее из кварцевого песка и частиц переработанного стекла, либо каменное волокно, которое производят из расплавов горных пород базальтовой группы и металлургических шлаков.

В качестве связующего звена в них могут использоваться фенолформальдегидные смолы, однако их количество незначительно — примерно в 20 раз меньше, чем в самых лучших ДСП европейского производства.

Сначала через расплавленное сырье продувают горячий воздух или пар и таким образом получают тончайшие нити (вату). Для изготовления плит вату пропитывают специальной эмульсией, а затем формуют, прессуют и сушат. При производстве матов вату так не обрабатывают, только формуют путем прошивки волокон. Маты могут быть как безобкладочными, так и на прочной основе из стеклохолста. Стекловата имеет светло-желтый цвет; базальтовая бывает различных оттенков — от желто-коричневого до зеленоватого.

Оба вида минеральной ваты почти не отличаются своими свойствами (стеклянная вата более легкая и упругая, а каменная — более огнестойкая) и считаются одними из лучших утеплителей. Изделия из каменной ваты выдерживают температуру выше

¹ Следует отметить, что теплоизолирующие материалы одновременно обладают и хорошими показателями шумоизоляции.

1000 °С и относятся к классу огнестойкости А1, из стекловаты — около 700 °С (класс А2). Во время пожара минеральные волокна почти не выделяют дыма, благодаря чему имеют высший показатель — s_1 (в отечественных нормах — Д1). Под воздействием пламени вата не растекается и не выбрасывает капли (d0). Благодаря этим свойствам минеральной ваты ее применяют в качестве противопожарной изоляции и огнезащиты.

Минеральные ваты обладают малой теплопроводностью — 0,032—0,046 Вт/(м·К) и высокой паропрооницаемостью — около 0,48 г/(м·ч·гПа). Пар проходит между волокнами, но не впитывается в них. Однако он должен иметь возможность выйти наружу, чтобы не накапливаться внутри плиты или мата: мокрый материал обладает более высокой теплопроводностью. Гидрофобизация изделий делает их стойкими к атмосферным воздействиям и существенно расширяет область применения.

Теплоизоляция из минеральной ваты эластична, устойчива к образованию грибков и плесени, не портится насекомыми и не разрушается под воздействием ультрафиолетового излучения, а также очень хорошо поглощает звуки. В то же время она не выдерживает высокую механическую нагрузку и легко впитывает влагу. Ваты малой плотности (до 15 кг/м³) могут оседать на стене, создавая мостики холода, а также продуваются ветром. Современная стекловата почти не колется, в отличие от аналогичного материала старого образца, состоящего из очень толстых волокон, которые, как занозы, впивались в кожу. Тем не менее изделия из стекловаты образуют вредную для здоровья «колющуюся» пыль, постепенно истираясь при деформациях конструкций. Поэтому их следует использовать только снаружи здания или внутри стен. Базальтовые продукты более пожаростойки и жестки, менее склонны к усадке (из-за разнонаправленности волокон), но дороже, чем стеклянные.

Маркировка ваты

На упаковке плит и матов из минеральной ваты должна приводиться следующая информация:

- название продукта;
- название и адрес производителя или официального представителя;
- год производства (последние две цифры);
- номер смены или время производства, код происхождения;
- класс огнестойкости (минеральная вата как негорючий материал попадает в класс А-1);
- расчетное термическое сопротивление R_D и расчетный коэффициент теплопроводности λ_d (указание последнего не обязательно, и он не может заменить параметра R_D);
- толщина;
- тип облицовки (если есть);
- количество штук и их площадь в m^2 в одной упаковке (если такие данные уместны для данного продукта);
- код маркировки.

Пример кода маркировки минеральной ваты:

MW-EN13162-T5-CS (10) 40-TR15-WS-DS (TH) -MU1

MW — обозначение минеральной ваты;

EN13162 — обозначение стандарта;

Ti — класс предельных отклонений толщины (от T1 до T7).

Здесь «i» обозначает соответствующий класс или уровень. Чем меньше цифра, тем точнее изготовлен продукт;

CS (10) i — напряжение сжатия, или прочность на сжатие при 10-процентной относительной деформации, выраженная в кПа;

TRi — прочность на разрыв перпендикулярно плоскости плиты, выраженная в кПа;

WS — влагопоглощение при кратковременном погружении в воду (должно быть не более 1 kg/m^2);

DS (TH) — стабильность размеров при определенной температуре и влажности (эта информация не обязательно должна присутствовать в коде). Обозначает, что при температуре 23 °C и относительной влажности 90 % или при температуре 70 °C и относительной влажности 90 % относительные изменения линейных размеров ваты не превысят 1 %;

MU или Zi — коэффициент паропроницаемости или сопротивления паропроницанию. MU обычно составляет 1.

Код маркировки не всегда должен содержать всю вышеуказанную информацию. Часть обозначений относится к специальным продуктам:

DS (T +) — стабильность размеров при определенной температуре;

PL (5) i — сосредоточенная нагрузка при деформации 5 мм, указывается в Н;

WL (P) — водопоглощение при долговременном погружении в воду (не более 3 кг/м²);

SDi — динамическая жесткость;

SPi — сжимаемость;

CC (i¹/i²/y) σх — ползучесть при сжатии;

APi — фактический коэффициент звукопоглощения;

AWi — средний коэффициент звукопоглощения.

Если параметр i здесь равен 0, это значит, что материал полностью отражает звуковые волны, а 1 указывает на то, что материал полностью их поглощает, являясь хорошей звукоизоляцией;

AFi — сопротивление воздухопроницанию.

Умение расшифровать код маркировки дает возможность понять свойства продукта и его назначение. Например, можно узнать, достаточно ли жесткая данная минераловатная плита для того, чтобы ее можно было использовать на плоских кровлях; обладает ли она достаточной звукоизоляцией, чтобы быть использованной в ограждающих строительных конструкциях и т. д.

Виды продукции

Обычные минераловатные плиты производят разной длины и ширины (100—600 × 10—180 см) толщиной 2—25 см и сразу пропитывают гидрофобизирующим составом. По плотности плиты бывают:

- упругие (мягкие и полужесткие) — имеют плотность от 35 до 120 кг/м³ и коэффициент теплопроводности $\lambda = 0,035—0,039$ Вт/(м·°С);

- жесткие — имеют плотность от 120 до 80 кг/м³. Они обеспечивают лучшую теплоизоляцию, чем мягкие плиты — $\lambda = 0,039—0,041 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$.

Некоторые жесткие и полужесткие плиты, предназначенные для утепления плоских крыш, имеют вентиляционные канавки для проветривания. В продаже есть также плиты, покрытые битумным слоем для укладки кровельного толя. Существуют плиты с переменным сечением, применяемые для того, чтобы поверхность кровли имела соответствующий уклон, позволяющий стекать дождевой воде.

Плиты двухслойные используют в системах наружного утепления «мокрого» типа. Более жесткий верхний слой надежно предохраняет плиту от деформации при монтаже, обеспечивает ровную и стабильную поверхность под армирующий слой и штукатурку. Другая часть плиты, более упругая, обеспечивает собственно теплоизоляцию и хорошее примыкание к стене. Чтобы обеспечить правильную укладку плит, их внутренняя сторона маркируется. Коэффициент теплопроводности таких плит равен 0,036—0,039 Вт/(м·°C).

Ламельные плиты от обычных отличаются специфическим расположением волокон: если в первых они разбросаны хаотично, то в ламельных — уложены перпендикулярно поверхности плиты. Теплоизоляция таких плит немного меньше, зато они отличаются большей эластичностью и в несколько раз большей прочностью на отрыв слоев. С их помощью удобно утеплять криволинейные поверхности. Коэффициент теплопроводности таких плит равен 0,041—0,042 Вт/(м·°C). Размеры ламельных плит меньше, чем обычных: длина — 120 см, ширина — от 20 до 40 см, а толщина — от 4 до 20 см.

Плиты, кашированные¹ стеклотканью или полимерной пленкой, предназначены для утепления стен быстрым «сухим» методом и выполняют роль теплоизоляционного слоя в трехслойных стенах типа «сэндвич». Стеклоткань предохраняет от

¹ Каширование (от нем. *kaschieren* — оклеивать бумагой, укрывать) — это процесс припрессовки (клеевого соединения) менее плотного материала, называемого лайнером, к более плотной основе.

ветра, защищает от влаги и выдувания единичных волокон, делает утеплитель более прочным.

Плиты, покрытые алюминиевой фольгой, применяются в основном для утепления мансард — их укладывают между стропилами крыши. Фольга, армированная сеткой из стекловолокна, выполняет функцию пароизолятора и отражает тепло, снижая теплопотери помещения.

Маты более мягкие и упругие, чем плиты. Их плотность редко превышает 26 кг/м^3 . Коэффициент теплопроводности от 0,032 до 0,042 Вт/(м·°С). Продаются свернутыми в тюки шириной от 20 до 125 см и имеют длину от 2 до 18 м при толщине от 5 до 20 см. После освобождения от упаковки они в течение нескольких минут должны «разжаться», чтобы достичь заявленной производителем длины. Могут быть покрыты с одной стороны алюминиевой фольгой. Для упрощения процесса измерения и резки матов на поверхность некоторых изделий наносятся прерывистые линии или крестики.

Гранулированная минеральная вата имеет форму гранул, пропитанных склеивающим и гидрофобизирующим импрегнатом (минеральным маслом). Плотность гранул колеблется от 30 до 140 кг/м^3 , коэффициент теплопроводности 0,034—0,043 Вт/(м·°С). Материал продается в мешках от 7,5 до 20 кг и служит для теплоизоляции методом задувки. При таких работах необходима специальная компрессорная установка, но можно засыпать гранулы и прямо из мешка. Такой утеплитель незаменим там, где трудно использовать традиционные теплоизоляционные материалы.

Отражающая теплоизоляция сегодня считается одной из наиболее эффективных. Фольга отражает основную часть тепловых волн, не давая им покинуть помещение. Те ИК-лучи, которые все-таки прошли сквозь фольгу, удерживаются уже слоем утеплителя, сводя теплопотери к минимуму. В итоге получается материал с низким коэффициентом теплопроводности, хорошей шумоизоляцией, небольшим весом, пожаростойчивостью и стойкостью к воздействию влаги. Кроме того, он экологически безопасен и прост в монтаже.

ИСКУССТВЕННЫЕ ПЛАСТИЧЕСКИЕ МАССЫ

Сырьем для изготовления пластмасс служат термопластичные (полистирольные, поливинилхлоридные, полиуретановые) и термореактивные (фенолформальдегидные, мочевиноформальдегидные, эпоксидные и другие) полимеры, газообразующие и вспенивающие вещества, наполнители, пластификаторы, красители. Образование в пластмассах ячеек или полостей, заполненных газами или воздухом, вызвано химическими, физическими, механическими процессами либо их сочетанием.

В зависимости от структуры теплоизоляционные пластмассы могут быть разделены на две группы: пенопласты и поропласты. Пенопластами называют ячеистые пластмассы с малой плотностью и наличием не сообщающихся между собой полостей или ячеек, заполненных газами или воздухом. Поропласты — пористые пластмассы, структура которых образована сообщающимися между собой полостями. В строительстве наибольшее распространение в качестве тепло- и звукоизоляционных материалов получили пенополистиролы, вспененный полиэтилен и пенополиуретан.

Пенополистиролы (пенопласты)

Это широко применяемые теплоизоляторы бывают двух основных видов: экспандированный пенополистирол (ПСБ или EPS — Expandable Polystyrene), который собственно и известен как пенопласт, и экструдированный или экструзионный пенополистирол (ЭППС или XPS — Extruded Polystyrene Foam). Оба эти материала производятся из гранул полистирола и имеют во многом сходные физико-химические и эксплуатационные характеристики: малый вес, влагостойкость, легкость в обработке и относительную жесткость. По стойкости к огню оба вида пенополистирола, применяемые для утепления домов, относятся к группе Г1. Это означает, что материал воспламеняется при контакте с огнем, но не поддерживает горение, а после извлечения из огня гаснет. Материалы одинаково устойчивы к старению и поддаются утилизации. Однако из-за разных

технологий производства между ними существует довольно много различий.

Широко распространено мнение, что пенопласт вреден для здоровья, поскольку содержит остаточный стирол. В этом утверждении есть доля правды, но чтобы обезопасить себя, лучше покупать материал у проверенных производителей, которые соблюдают технологию изготовления и поставляют безопасную продукцию.

Экспандированный пенополистирол (ПСБ)

Этот материал представляет собой твердый пластик с равномерной замкнуто-пористой структурой, получаемый путем вспучивания полистирола при нагревании под действием газообразователя. На 98 % он состоит из воздуха, «запечатанного» в мелкие закрытые ячейки, что обеспечивает очень малую стабильную теплопроводность — 0,031—0,040 Вт/(м·К) и очень низкие водопоглощение и паропроницаемость. Гранулы вспученного полистирола имеют размер 5—15 мм. Их можно использовать в теплоизоляционных засыпках.

Материал легкий (плотность 15—50 кг/м³), но хорошо сопротивляется механической нагрузке, не усаживается, биологически стоек, экологичен, однако подвержен воздействию органических растворителей и огня. Добавки антипирена придают ему способность к самозатуханию, но при возгорании могут выделяться вредные вещества.

Температуру выше 90 °С пенополистирол не выдерживает, происходит его деструкция. Он хорошо себя ведет при температуре от -65 до +60 °С, выдерживает около 100 циклов замораживания/размораживания. Но связи между гранулами с течением времени ослабевают. В таких случаях происходит их разрыв и материал скатывается в шарики и осыпается вниз, а вверху конструкции образуются пустоты, через которые уходит тепло. Слабостью физико-химического взаимодействия гранул объясняется и низкая прочность пенопласта в сравнении с экструдированным пенополистиролом (в том числе и прочность на изгиб). Кроме того, материал неэластичен и не устойчив к ультра-

фиолетовому излучению, что следует учитывать при проектировании утепления.

Плиты из пенополистирола применяют для утепления стыков крупнопанельных зданий, тепловой изоляции ограждающих конструкций (в том числе в качестве несъемной опалубки), а также в качестве звукоизолирующих прокладок. Они могут иметь гладкие или профилированные кромки для стыковки друг с другом (рис. 1). Плиты можно монтировать к любому основанию на специальный клей, битумные мастики, дюбели. Тонкие плиты разрезают обычными ножницами, толстые — пилой. Лучше всего пенопласт режется горячей нихромовой проволокой, подключенной для нагрева к низковольтному источнику электрического тока (рис. 2).

Стандартная отечественная маркировка плит из экспандированного пенополистирола содержит:

- название продукта: плиты пенополистирольные (ПСБ);
- указание на наличие или отсутствие антипирена: ПСБ — обычные или ПСБ-С — самогасящиеся. Для утепления квартир и частных домовладений следует по возможности использовать только плиты ПСБ-С;
- плотность (марка): ПСБ-15, ПСБ-С-5 и т. д. Цифра указывает на плотность в $\text{кг}/\text{м}^3$;
- размеры: длина, ширина, толщина. Номинальные размеры плит в торговых сетях: длина — от 800 до 5000 мм с интервалом

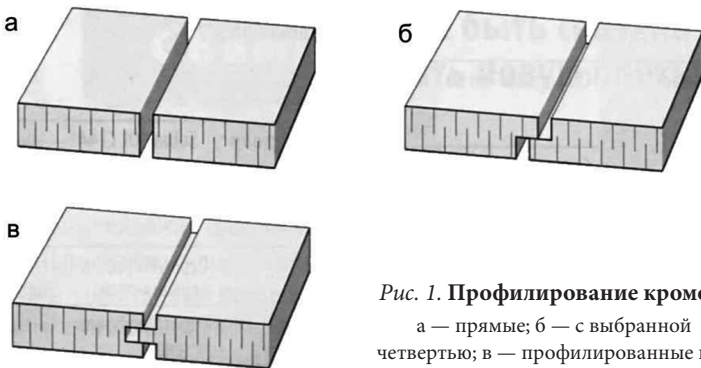


Рис. 1. Профилирование кромок:

а — прямые; б — с выбранной четвертью; в — профилированные под паз-гребень.

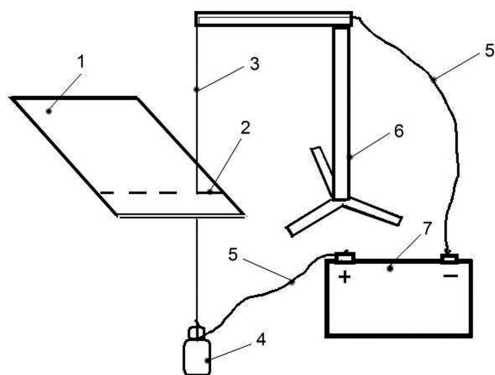


Рис. 2. Резка пенопласта нихромовой проволокой:

1 — плита; 2 — линия разреза; 3 — нихромовая проволока; 4 — грузик;
5 — подводящие ток провода; 6 — стойка или подвес; 7 — источник тока.

50 мм, ширина — от 500 до 1300 мм с интервалом 50 мм; толщина — от 20 до 500 мм с интервалом 10 мм.

Наиболее важный параметр — плотность плиты. Он определяет область их применения, но на теплоизоляционные свойства пенопласта практически не влияет.

Плиты ПСБ-С-15 — самые легкие, мягкие и дешевые плиты, наиболее подверженные повреждениям (их плотность приближается к 15 кг/м^3). Применяются там, где они не будут испытывать сильных нагрузок: в трехслойных стенах или в качестве заполнителя стен деревянной каркасной конструкции, для утепления крыши между стропилами и в других подобных конструктивных системах. Применяют их и в качестве изоляции под сайдинг¹, для утепления межкомнатных перегородок и временных сооружений.

Плиты ПСБ-С-25 — самая распространенная и универсальная марка, предназначенная для утепления стен, крыш и полов.

¹ Сайдинг (от англ. *siding* — внешняя облицовка) — облицовочный фасадный материал, имитирующий деревянное дощатое покрытие («вагонку») или каменную кладку. Материалом для сайдинга может служить сталь, пластик, фиброцемент и т. д.

Они могут быть использованы в тех же местах, что и плиты ПСБ-С-15, а также при более значительных нагрузках: в фасадных системах скрепленной теплоизоляции, для перемычек и перекрытий над подвалом.

Плиты ПСБ-С-35 применяют в местах со значительной нагрузкой: для изоляции перекрытий под слоем строительного раствора или бетона, для изоляции полов на грунте, теплоизоляции фундаментов и подземных коммуникаций, утепления террас, а также для полов с подогревом.

Плиты ПСБ-С-50 очень твердые, поэтому предназначены для использования в местах, где возможно воздействие очень высоких нагрузок. Чаще всего их укладывают под слоем бетона в перекрытиях и наружных покрытиях промышленных или общественных зданий, на полах в гаражах, амбарах, складах, а также используют для обустройства обогреваемых дорожек и ровных площадок. В частных домах столь твердые плиты необходимы редко.

Плита с меньшей плотностью может быть заменена более плотной плитой (хотя экономически это не оправданно — чем плита плотнее, тем дороже), но не наоборот!

Пенопласт применяется в разных видах утеплителей. Так, для утепления стен мокрым методом выпускают **плиты с профилированной поверхностью**, которая позволяет вентилировать пространство между стеной и изоляцией, предотвращая увлажнение стен. Более твердые плиты используют для крыш с инверсионным (обратным) расположением слоев, а также для террас и стен подвалов — канавки обеспечивают отток дождевой воды. У некоторых видов плит вся поверхность дополнительно защищена слоем геотекстиля.

Выпускаются и **плиты, оклеенные рубероидом** с одной стороны. Их используют для теплоизоляции плоских крыш, фундаментов, под бетонные основания. Такие плиты имеют поперечные насечки, что позволяет их сворачивать и транспортировать.

Для полов с электроподогревом применяют **фольгированные плиты** — оклеенные фольгой, которая отражает тепло

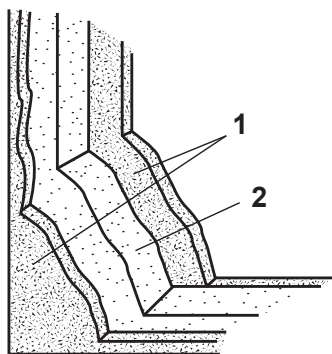


Рис. 3. Сэндвич-панели:

1 — жесткие обкладки; 2 — утеплитель.

и увеличивает прочность плиты на сжатие.

Сэндвич-панели представляют собой трехслойную конструкцию: два жестких листа из ПВХ, фанеры и т. п., между которыми находится утеплитель — лист ПСБ-С или ЭППС (рис. 3). Сэндвич-панели широко используют при изготовлении и монтаже дверных конструкций и перегородок. Их толщина может варьироваться от 40 до 200 мм.

Подобную структуру имеют и плиты для внутренних работ, **оклеенные гипсокартоном** с одной или двух сторон, и многие другие современные теплоизолирующие материалы. Плиты с односторонней отделкой используют внутри мансард и для подвесных потолков, а с двухсторонней — для возведения легких перегородок.

Компенсационные ленты применяют в конструкциях плавающих полов. Они предотвращают передачу звуков от пола к стенам.

Профили — плинтусы, карнизы, молдинги, применяемые для реставрации исторических объектов и украшения фасадов новых зданий, а также в качестве декоративных элементов внутри помещений.

Клинья необходимы для того, чтобы получить соответствующий уклон ската крыши к точкам сброса воды, у вентиляционных шахт и зенитных фонарей, как создание дополнительного уклона для быстрого отвода воды от парапетов к водосточным воронкам. Как правило, это набор плит клиновидного сечения с уклоном 1,7—3,4 %.

Обои изоляционные выполняют в виде подложки под декоративные обои. Благодаря им сокращаются теплопотери, стены становятся теплыми на ощупь. К тому же они прекрасно закрывают трещины и выравнивают поверхность стен. Такие

обои имеют толщину 3,6 и 10 мм при стандартной для обоев длине рулона 10 м.

Гранулят (пенополистирольные шарики, бисер, дробленка) удобен для теплоизоляции в труднодоступных местах. Мелкие гранулы полистирола задувают в пустоты в стенах, а более крупными заполняют пространства под и над перекрытием, в скатах крыши, труднодоступные места в стенах и конструкциях со сложными формами и неровными поверхностями.

Пеноизол — пористый полимерный материал белого цвета (жидкий пенопласт), который изготавливают с помощью специальной установки прямо на строительной площадке. Компоненты пеноизола (смолу, раствор и др.) подают отдельно и смешивают в специальном смесителе. Теплопроводность материала составляет 0,035—0,047 Вт/м °С.

По внешнему виду и характеристикам пеноизол — аналог пенополистирола. Его главное преимущество в том, что он текуч — его можно заливать в самые труднодоступные полости, использовать для утепления конструкций каркасных зданий, полов и крыш. К тому же он достаточно дешев. Один из недостатков пеноизола — неприятный «химический» запах во время высыхания, поскольку смолы содержат формальдегид, выделяющийся при полимеризации. В некоторых смолах (ВПС-Г или КФ-ТИ) содержатся специальные добавки, которые связывают формальдегид, поэтому их использование наиболее безопасно.

Экструдированный (или экструзионный) пенополистирол (ЭППС)

Этот материал делают методом экструзии — продавливания под давлением через сопла соответствующей формы. Вспенивающим агентом выступает смесь легких фреонов с добавлением двуокиси углерода. Сначала происходит плавление гранул и образуется однородная вязкая масса. Сырье из твердого состояния переходит в вязко-текучее, и именно эта масса, а не отдельные гранулы, как при производстве пенопласта, является основой изделий. Такая технология задает материалу иные свойства. ЭППС имеет прочную, цельную микроструктуру, состоящую из мелких, полностью закрытых ячеек. Это единое вещество с гораздо более

прочными, чем в пенопласте, межмолекулярными химическими связями. Его ячейки непроницаемы, следовательно, проникновение газа и воды из одной в другую невозможно. Благодаря такой структуре материал имеет теплопроводность от 0,026 до 0,035 Вт/(м·К).

ЭППС имеет гораздо более высокую прочность на сжатие, чем пенопласт (предел прочности при сжатии 0,15—0,7 Н/мм²), паронепроницаем (коэффициент паропроницаемости 0,015—0,018 мг/(м·ч·Па)) и практически не впитывает влагу (водопоглощение за 30 суток составляет не более 0,6 % объема). Низкое водопоглощение обеспечивает очень малое изменение теплопроводности во влажных условиях — не более 0,001—0,002 Вт/(м·К), что позволяет его применять без дополнительной гидроизоляции. Поэтому его рекомендуют для утепления стен, крыш, а также конструкций, которые работают в условиях повышенной влажности или частого контакта с водой, прежде всего для фундаментов, подвальных помещений и цокольных этажей. С учетом низкой устойчивости к высоким температурам и ультрафиолету такое применение этого материала наиболее оправданно. Однако следует иметь в виду, что он может разрушиться при контакте с материалами, содержащими растворители.

Отличаясь высокой устойчивостью к деформации сжатия, ЭППС подходит для утепления поверхностей, выдерживающих большую нагрузку, например в фасадных системах мокрого типа, особенно если облицовочный материал достаточно тяжелый. Кроме того, он долговечен — не разрушаясь, выдерживает резкие и постоянные перепады температур. Поэтому его применяют для утепления частей здания, подвергающихся действию влаги и механическим нагрузкам, например полов по грунту, плоских кровель.

Но следует учитывать, что под штукатурным фасадом пенополистирол не выпускает излишнюю влагу из толщи стены наружу.

Плиты из ЭППС с одной стороны могут быть покрыты слоем флизелина или геотекстиля и иметь фрезерованные дренажные канавки. Такие плиты не только выполняют теплоизоляционные функции, но и, благодаря канавкам, облегчают отвод воды.

Для утепления инверсионных крыш производят плиты, с одной стороны покрытые слоем пластифицированного цемента.

Обычно поверхность плит гладкая, но есть плиты и с шероховатой поверхностью, которые особенно подходят для теплоизоляции стен: благодаря структуре поверхности при нанесении клея или штукатурки улучшаются их адгезионные свойства. Они также могут служить для изоляции цоколя и использоваться в качестве несъемной опалубки. Стандартные размеры плит из ЭППС 600×1250 и 600×2400 мм, толщина может варьироваться от 10 до 150 мм. У разных производителей плиты экструдированного пенополистирола могут иметь свой фирменный цвет: зеленый, голубой, розовый или желтый.

И экспандированный, и экструдированный пенополистиролы не должны соприкасаться с материалами, содержащими растворители, в том числе — с битумными мастиками и клеями, обладающими высокой адгезией. При покраске плит недопустимо использовать краски на растворителях, например бензине. Под воздействием растворителей пенополистирол разрушается. Недопустим непосредственный контакт с дегтем, вазелинами, жирами, маслами, бензином, мазутом, газами — метаном, пропаном, бутаном и т. п.

Согласно ГОСТу, маркировка экструдированного пенополистирола должна содержать следующие данные: название изделия; название или торговую марку изготовителя и его адрес; рабочую смену, дату изготовления, цех предприятия-изготовителя; класс пожарной безопасности; термическое сопротивление; теплопроводность; номинальную толщину; код маркировки; тип облицовки или покрытия при их наличии; длину и ширину; количество изделий в упаковке и их общую площадь, если это необходимо.

Европейские стандарты маркировки ЭППС обозначены в документе EN 13164:2001. Однако разные производители имеют собственные обозначения основных характеристик. Например, материал под распространенной маркой Пеноплекс имеет следующую маркировку:

- указание типа — 30, 35, 45;
- обозначение рифленой поверхности (G);
- указание выбранной четверти (S);
- толщина плиты в мм.

Такая маркировка имеет следующий вид: 35GS-30. Кроме того, наличие в маркировке символа N означает кромку шип-паз.

ВСПЕНЕННЫЙ ПОЛИЭТИЛЕН (ППЭ)

Этот материал изготавливают путем вспенивания полиэтилена бутан-пропановой смесью. Плотность вспененного полиэтилена составляет 30—180 кг/м³, теплопроводность — 0,030—0,045 Вт/(м·К), водопоглощение — менее 2 %. Он отличается мелкопористой структурой, эластичностью, гладкой поверхностью, долговечностью, высокой биологической и химической стойкостью, к тому же экологически безопасен. Применяется в качестве теплоизоляции под напольными покрытиями, для изоляции межэтажных перекрытий, для уплотнения межпанельных швов, монтажных зазоров, теплоизоляции трубопроводов и других инженерных коммуникаций. Для примера рассмотрим популярную продукцию известных торговых марок.

Изолон обладает следующими свойствами: коэффициент теплопроводности 0,031 Вт/(м·К), почти нулевое водопоглощение (за 24 часа 1 м² материала в зависимости от толщины листа набирает от 0,2 до 0,7 см³ воды), плотность 33 кг/м³. Это один из самых эффективных теплоизоляторов, позволяющий при малой толщине и низкой динамической жесткости материала значительно уменьшить массу конструкций и сэкономить полезную площадь. Для сравнения: слой изолона в 1 см заменяет 1,2 см пенополистирола, 1,5 см минеральной ваты, 15 см кирпичной кладки, 4,5 см дерева. Кроме того, он имеет свойства пароизоляции, отличается микробиологической и химической стойкостью, экологической и гигиенической безопасностью, долговечностью. Он легко подвергается механической обработке, термовакуумному формованию, горячему прессованию, сварке, склеиванию, термическому дублированию другими материалами.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	5
ОСНОВЫ СТРОИТЕЛЬНОЙ ТЕПЛОТЕХНИКИ	7
Расчет термического сопротивления ограждающих конструкций	7
Теплотехнические свойства строительных материалов	11
Основные теплоизоляционные материалы	18
Минеральные ваты	19
Искусственные пластические массы	25
Вспененный полиэтилен (ППЭ)	34
Пенополиуретан (ППУ)	35
Полиизоцианурат (ПИР / PIR)	36
Напыляемые пластические массы	37
Сотопласты	38
Другие теплоизоляционные материалы	38
Газобетон и газосиликат	39
Пеностекло (ячеистое стекло)	39
Теплоизоляционный стеклопластик	41
Керамзит	41
Кремнезит	42
Вспученный перлит	43
Вспученный вермикулит	44
Теплоизоляционные штукатурки	45
Теплосохраняющие краски	46
Древесноволокнистые плиты (ДВП)	47
Арболит	48
Фибролит	48
Пробка	49
Целлюлозный утеплитель (эковата)	49

Пенька	51
Овечья шерсть	51
Солома	52
Водоросли	52
Основные теплотехнические требования к строительным конструкциям	53
Герметичность жилища	54
Понятие «мостиков холода»	57
УТЕПЛЕНИЕ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ И ПОМЕЩЕНИЙ.....	62
Внутренняя теплоизоляция стен.....	64
Наружная теплоизоляция стен	68
Слоистая кладка	69
Теплоизоляция со штукатурным слоем («мокрый фасад»).....	76
Навесной вентилируемый фасад (НВФ)	84
Изоляция стен каркасной конструкции.....	90
Рекомендации по утеплению строительных конструкций минераловатными плитами.....	94
Утепление стен старого деревянного дома	97
Рекомендации по утеплению межвенцового пространства в рубленых домах	101
Утепление подземных конструкций.....	103
Утепление фундамента пенополистироловыми плитами.....	105
Утепление подвала изнутри	107
Утепление цоколя.....	108
Снижение глубины промерзания грунта.....	111
Рекомендации по утеплению строительных конструкций пенополистирольными плитами.....	114
Теплоизоляция пола на грунте	115
Плиты из обычного пенополистирола.....	118
Плиты из экструдированного пенополистирола	119
Плиты из пенополиуретана.....	120
Плиты из минеральной ваты.....	120
Слой керамзита.....	121
Керамзит в мешках.....	121

Гранулированный шлак	122
Пеностекло.....	123
Теплоизоляция перекрытий	123
Деревянные перекрытия над подвалом.....	124
Перекрытия из железобетонных плит.....	125
Междуэтажные деревянные перекрытия.....	127
Чердачные деревянные перекрытия.....	128
Укладка балок перекрытия в кирпичном доме.....	129
Полы и перекрытия в каркасных домах	130
Особенности использования засыпной (набивной) теплоизоляции	131
Утепление крыши	133
Монтаж кровельной гидроизоляции	140
Замена гидроизоляции в готовой крыше.....	145
Особенности утепления мансардных помещений	147
Утепление окон.....	153
Энергосберегающие оконные системы.....	154
Ремонт металлопластиковых профилей.....	159
Утепление старых окон.....	159
Уход за окнами из ПВХ	167
Утепление дверей.....	167
Особенности утепления городской квартиры	174
Теплоизоляция промерзающей стены	176
Как избежать повышенной влажности в квартире после утепления.....	183
УТЕПЛЕНИЕ БЫТОВЫХ И НЕЖИЛЫХ ПОМЕЩЕНИЙ	184
Утепление балкона и лоджии.....	184
Утепление балкона снаружи.....	186
Утепление балкона изнутри	187
Утепление веранды	195
Утепление стен веранды изнутри	195
Утепление веранды снаружи.....	201
Утепление окон и дверей.....	203

Утепление гаража	207
Подготовительные работы.....	209
Утепление стен гаража.....	210
Утепление пола гаража	214
Утепление ворот и калитки	215
Утепление крыши гаража.....	218
Утепление подвала (ямы) гаража.....	220
Устройство вентиляции в гараже	223
Утепление беседки	225
Утепление закрытых и полужакрытых беседок	227
Утепление пола беседки.....	227
Утепление стен и кровли.....	228
Установка окон.....	229
Утепление открытых беседок	231
Внутреннее оформление утепленной беседки	235
Утепление теплицы	236
Теплоизоляция основания теплицы.....	237
Биологический подогрев	239
Дополнительные меры по утеплению теплиц	240
Устройство землелитных и глинобитных стен	241
Утепление стен теплицы	244
Возведение утепленной теплицы	246
Строительство фундамента	246
Сооружение теплицы.....	251
Теплоизоляция и внешняя отделка.....	256
Возведение пристройки для пересаживания растений.....	257
Усовершенствование утепленной теплицы	261
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	263
ПРИЛОЖЕНИЯ	264
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	283

Популярне видання

Утеплюємо будівлю, гараж, веранду, альтанку, теплицю

(російською мовою)

Укладач ПОДОЛЬСЬКИЙ Юрій Федорович

Керівник проекту *С. І. Мозгова*
Відповідальний за випуск *Н. Ю. Оляніщина*
Редактор *О. В. Григор'єва*
Художній редактор *А. В. Ачкасова*
Технічний редактор *В. Г. Євлахов*
Коректор *Н. С. Виноградова*

Підписано до друку 19.08.2017.
Формат 84x108/32. Друк офсетний.
Гарнітура «Minion Pro». Ум. друк. арк. 15,12.
Наклад 10000 пр. Зам. № .

Книжковий Клуб «Клуб Сімейного Дозвілля»
Св. № ДК65 від 26.05.2000
61140, Харків-140, просп. Гагаріна, 20а
E-mail: cor@bookclub.ua

Віддруковано у ПАТ «Білоцерківська книжкова фабрика»
09117, м. Біла Церква, вул. Леся Курбаса, 4
впроваджена система управління якістю
згідно з міжнародним стандартом DIN EN ISO 9001:2000

Популярное издание

Утепляем дом, гараж, веранду, беседку, теплицу

Составитель ПОДОЛЬСКИЙ Юрий Федорович

Руководитель проекта *С. И. Мозговая*
Ответственный за выпуск *Н. Ю. Олянищина*
Редактор *О. В. Григорьева*
Художественный редактор *А. В. Ачкасова*
Технический редактор *В. Г. Евлахов*
Корректор *Н. С. Виноградова*

Подписано в печать 19.08.2017.
Формат 84x108/32. Печать офсетная.
Гарнитура «Minion Pro». Усл. печ. л. 15,12.
Тираж 10000 экз. Зак. № .

Книжный Клуб «Клуб Семейного Досуга»
Св. № ДК65 от 26.05.2000
61140, Харьков-140, просп. Гагарина, 20а
E-mail: cor@bookclub.ua

Отпечатано в ПАО «Белоцерковская книжная фабрика»
09117, г. Белая Церковь, ул. Леся Курбаса, 4
внедрена система управления качеством
согласно международному стандарту DIN EN ISO 9001:2000