

Материалы и конструкции для оболочки энергоэффективного здания, ее конструктивные особенности, современные теплоизоляционные материалы для ее создания. Некоторые особенности термовлажностного режима в здании при эксплуатации.

Соколовский Леонид Викторович

Эксперт проекта ПРООН/ГЭФ по вопросам нормативных документов и стандартов в строительстве, председатель ТКС-14.

Оболочка.

- Оболочка (envelope)- ограждающие конструкции, части зданий, отделяющие его внутреннее пространство от внешней среды. Ограждающие конструкции включают в себя крышу, стены и окна, а также фундамент (согласно Директиве 2010/31/ЕС).

К оболочке предъявляются требования

по:

Приведенному сопротивлению теплопередачи;

Температуре на внутренних поверхностях ограждающих конструкций (недопущение конденсации влаги);

Теплоустойчивости в теплый период года;

Воздухопроницаемости ограждающих конструкций;

Влажностному состоянию ограждающих конструкций;

Звукоизоляции;

Минимальному наличию тепловых мостов (линейных и точечных)

Несущей способности (прочности), устойчивости.

Морозостойкости.

Долговечности

Причины снижающие энергоэффективность оболочки.

- Некачественное проектирование и выполнение оболочки (включая тепловую изоляцию).
- Наличие не проектных тепловых (линейных и точечных) мостов и теплопроводных включений.
- Деформации конструкций (по несущей способности, температурные деформации, усадка при высыхании).
- Высокая воздухопроницаемость оболочки.
- Неоптимальное размещение слоев по паропроницаемости.
- Влажность строительных материалов.
- Непригодность к восстановлению (ремонтпригодность оболочки).
- Не обоснован оптимальный срок службы (долговечность).
- Нерациональный подбор строительных материалов.

Тепловые мосты.

Тепловые мосты — это конструктивные участки здания, где высокая теплопроводность.

Высокая теплопроводность тепловых мостов связана с низкой температурой внутренней поверхности, и как следствие увеличение относительной влажности, которая приводит к намоканию поверхности и выпадению конденсата

Места образования тепловых мостов

- Сочленение крыши и наружных стен.
- Контуры установки оконных и дверных коробок.
- Опираение стен на фундамент.
- Венцы, пояса и перемычки.
- Примыкание перекрытий к конструкциям балкона.
- Стыки материалов с разной теплопроводностью.
- Отверстия в теплоизоляции оболочки без ее восполнения.

Принцип распределения функций конструкций и строительных материалов

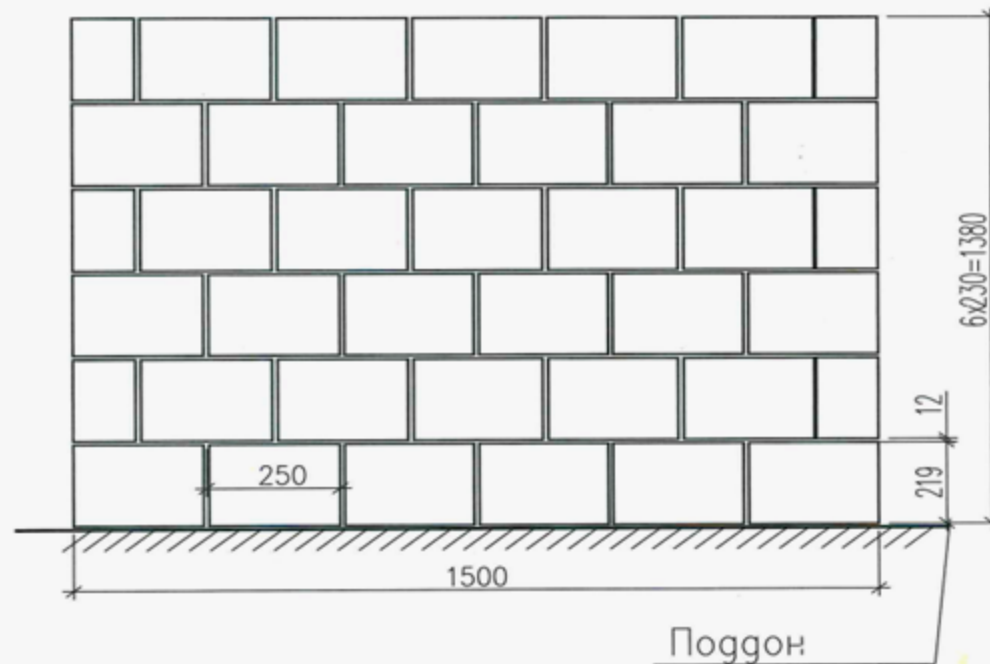
- Конструкционные материалы, каркас и крепежные элементы должны обеспечивать прочность, ограждающие конструкции и утеплители – тепловую изоляцию, декоративно-отделочные материалы – внешний вид.
- Результат: сокращается количество тепловых мостов и увеличивается срок службы (долговечность) здания.

Результаты теплотехнических испытаний,

- проведенных в институте БЕЛНИИС фрагмента стены 1500x1380 мм, толщиной 530 мм (рисунок 1), из поризованных многопустотных керамических блоков, производства Минского завода строительных материалов и Радошковичского керамического завода. На внутренней и наружных поверхностях кладки нанесена цементно-песчаная штукатурка толщиной по 10мм соответственно.
- - Приведенное сопротивление теплопередаче фрагментов стен составило (1,493) и 1, 670м²·°С/Вт (с учетом штукатурных слоев).
- - Коэффициент теплопроводности кладки λ составил (0,40) и 0,35 Вт/(м²· °С) (с учетом штукатурных слоев), нормативное значение сплошной кладки 0,168-0,23. (ТКП-45.5.02-79).
- * *Результаты в скобках для Радошковичского завода. Источник информации - протоколы испытаний №106т и № 107т., утвержденные директором БЕЛНИИС, 24 марта 2010 года.*

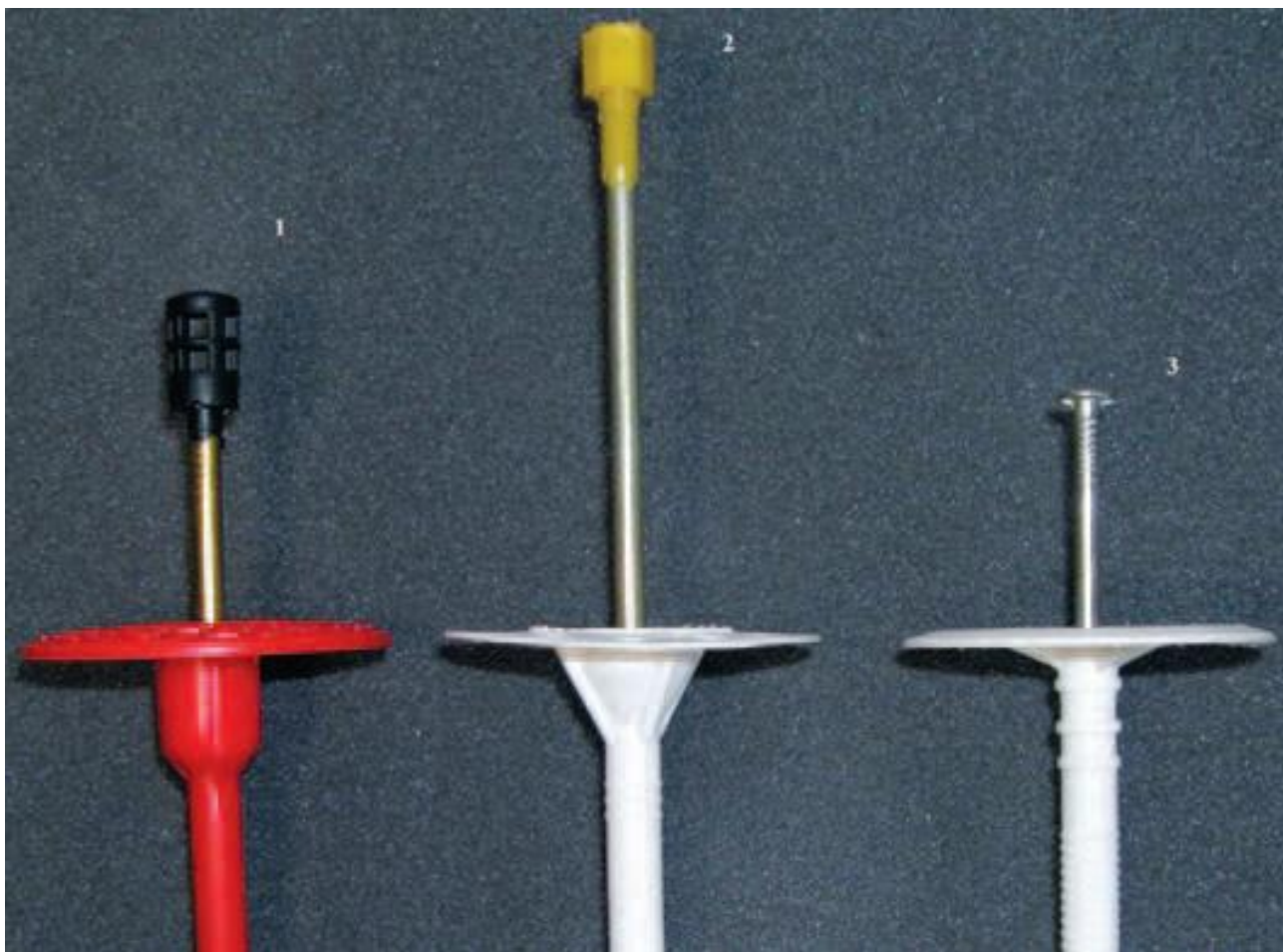
Приложение В

Схема кладки образца-стенки из блоков
КППП 510x250x219 толщиной 510 мм при испытаниях
на теплопроводность (1 образец)

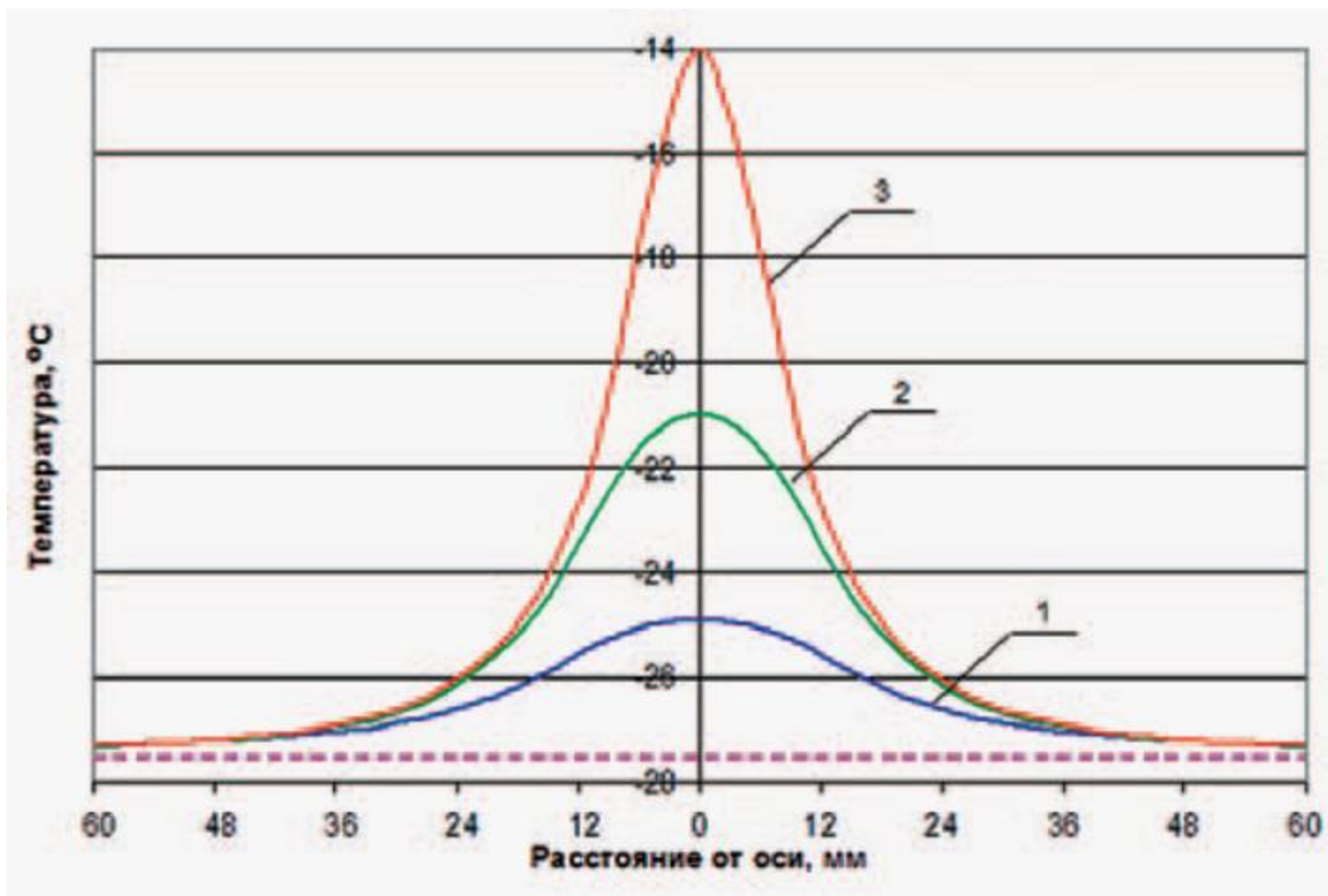


Институт БелНИИСТ
Секция физико-математических наук
Секция физики и химии
Секция физики и химии

Металлические элементы для крепления изоляции и фасадных систем включения



Распределение температуры по поверхности штукатурки в зависимости от расстояния до оси дюбеля. 1, 2, 3



- **Полученные результаты показывают, что дополнительные тепловые потери через конструкцию в месте прохождения дюбеля значительны и должны обязательно учитываться.**
- **Например, при плотности дюбелей 10 шт./м² дополнительный тепловой поток для первого варианта дюбеля составит 11% от тепловых потерь по глади конструкции, а для третьего варианта дюбеля — 18 %.**
- **Из полученных данных видно, что и тепловые потери через конструкцию, и локальная температура штукатурного слоя зависят от решения головки дюбеля.**

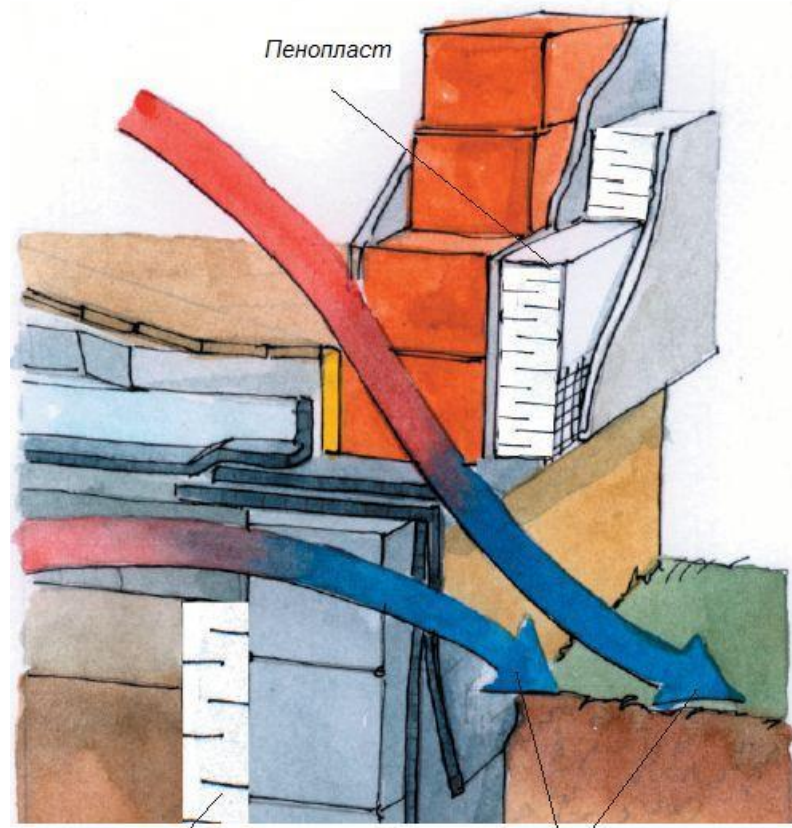
Коэффициенты теплопроводности кладки стен из автоклавных газобетонных блоков (по данным Н+Н):

на клеевом растворе с толщиной швов 1-2 мм;

на цементно-песчаном растворе $\gamma=1800$ кг/м³ толщиной 10-12 мм;

на теплом растворе $\gamma=1000$ кг/м³.

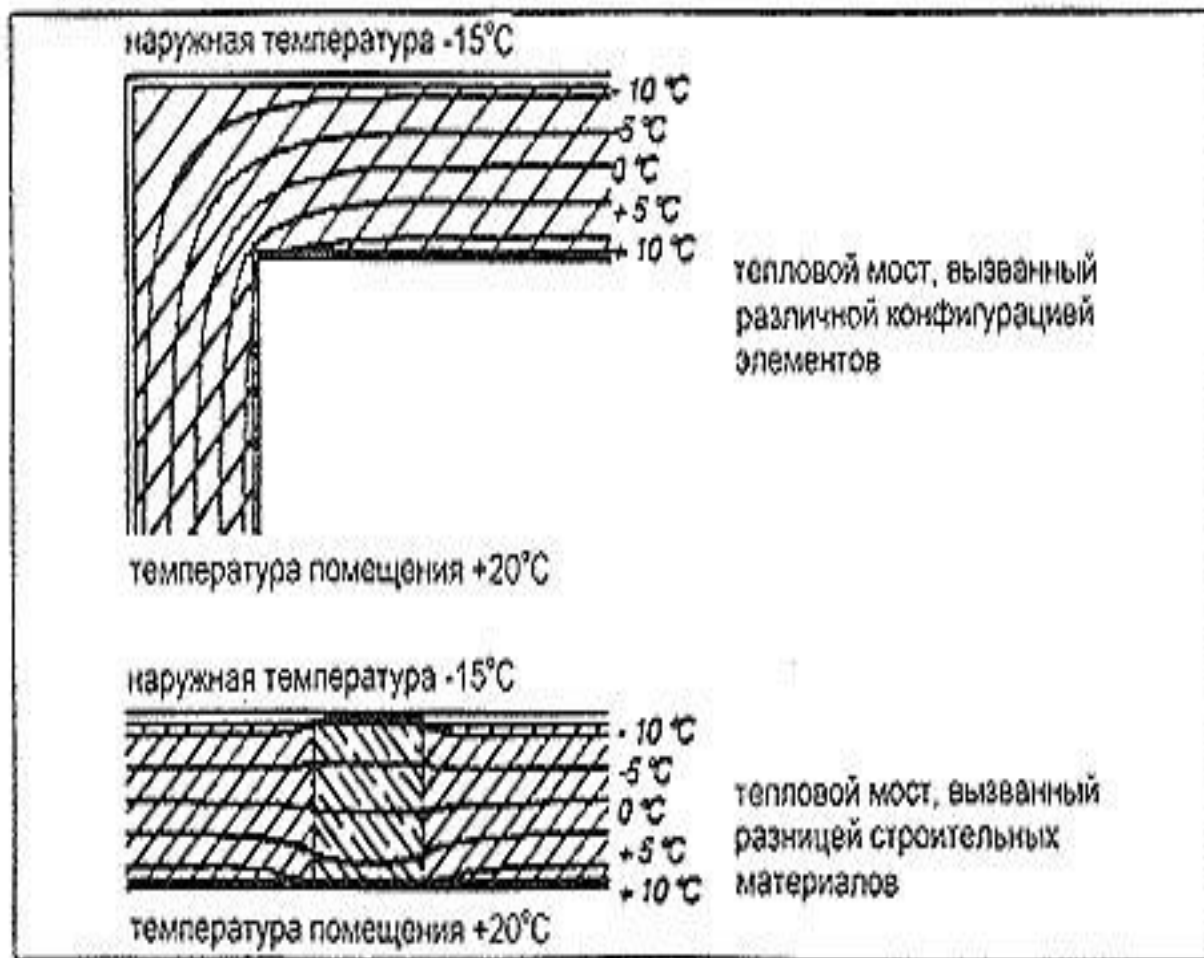
Марка автоклавных газобетонных блоков по плотности	Коэффициент теплопроводности кладки в сухом состоянии, Вт/м·°С	Расчетное массовое отношение влаги в материале (при условиях эксплуатации) ω , %		Коэффициент теплопроводности (при условиях эксплуатации) Вт/м·°С	
		А	Б	А	Б
D 600	0,15-0,17-0,16			0,17-0,23-0,20	0,19-0,25-0,23
D 500	0,13-0,15-0,14	5	6	0,15-0,21-0,18	0,17-0,23-0,21
D400	0,11-0,13-0,12			0,13-0,19-0,17	0,15-0,21-0,19



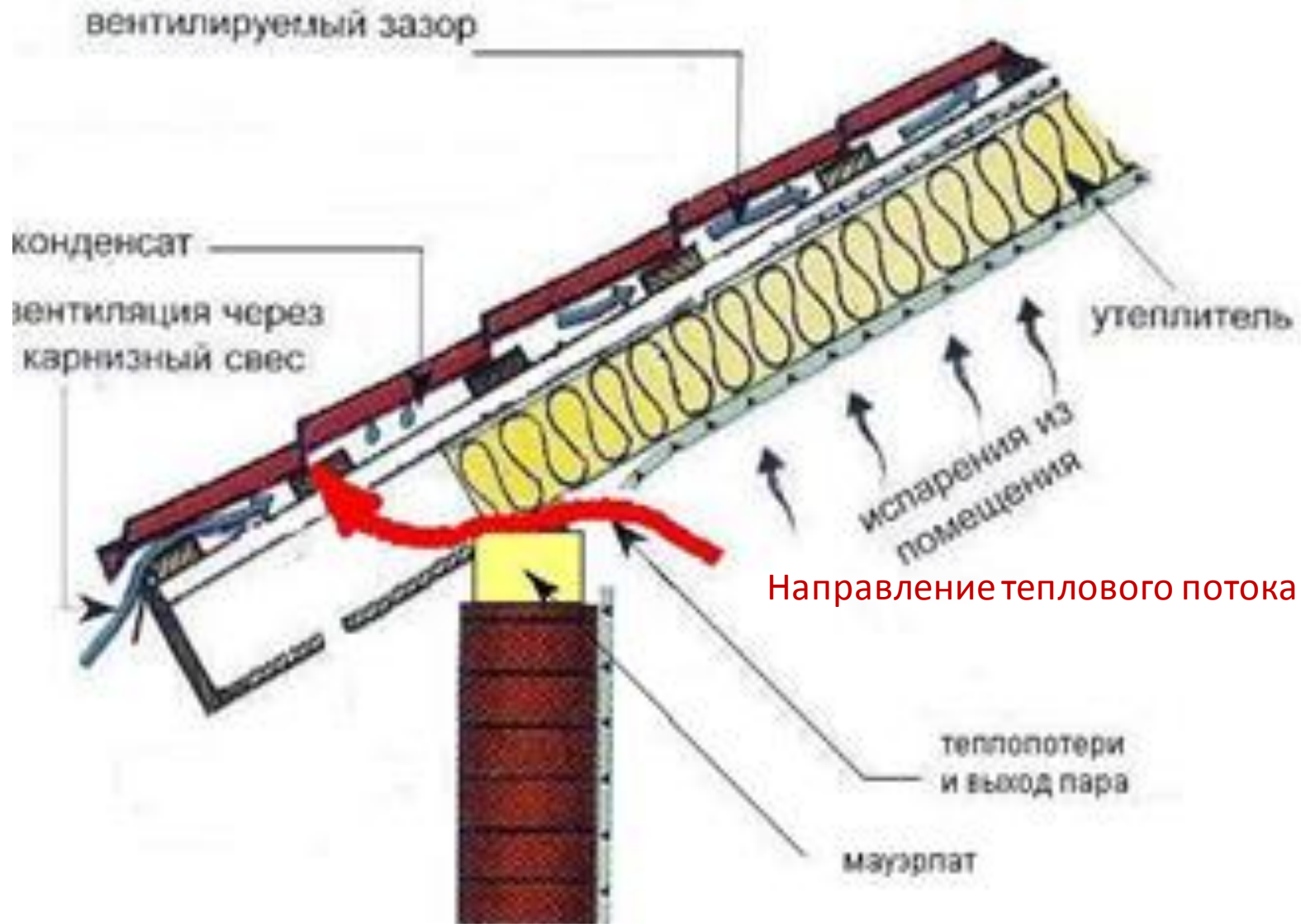
Пенопласт

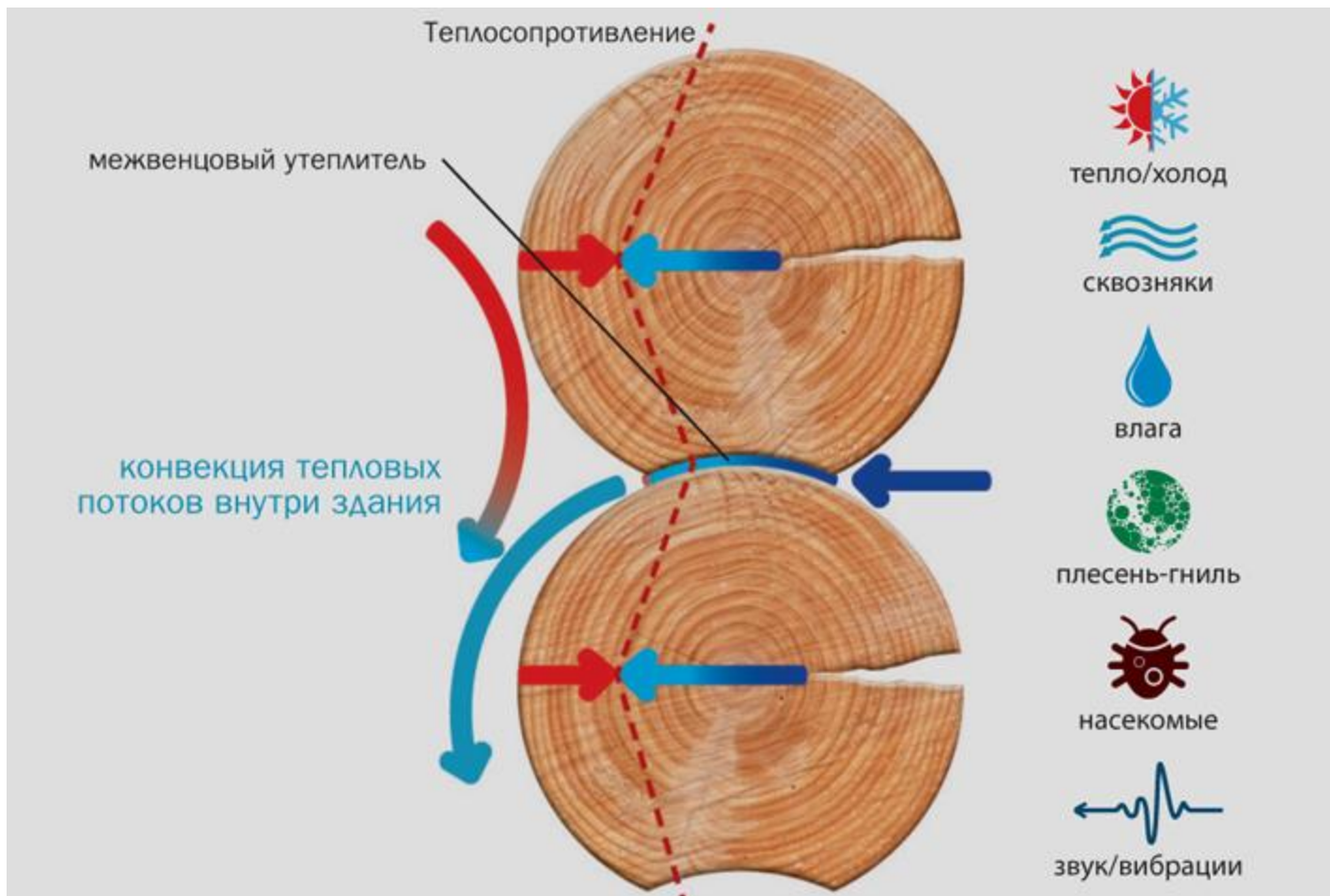
Пенопласт

Так уходит тепло



Тепловые мосты





Согласно ISO 10211 для пассивного дома

- Здание можно классифицировать как «без тепловых мостов» если выполняется условие: $\sum \Psi \cdot L + \sum X \leq 0$

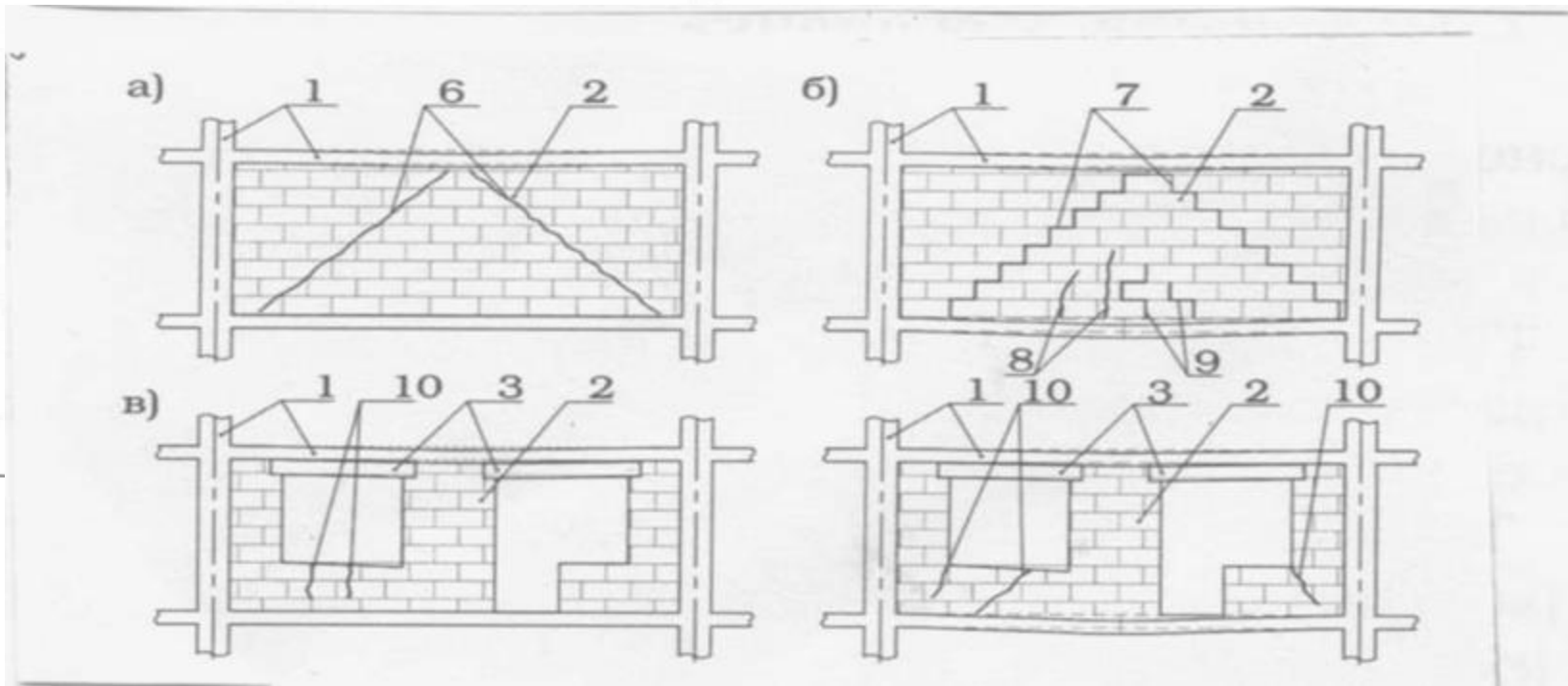
Где:

- Ψ , Вт / (м·°С) – удельные потери теплоты, отнесенные к единице длины линейной теплотехнической неоднородности.

$$\Psi \leq 0,01 \text{ Вт/м}\cdot^{\circ}\text{С};$$

- X , Вт/°С – удельные потери теплоты, приходящееся на одну неоднородность

Деформации конструкций



Характер повреждения кладки наружных стен на глухом участке и с проемами при прогибе края верхнего или обоих дисков перекрытия.

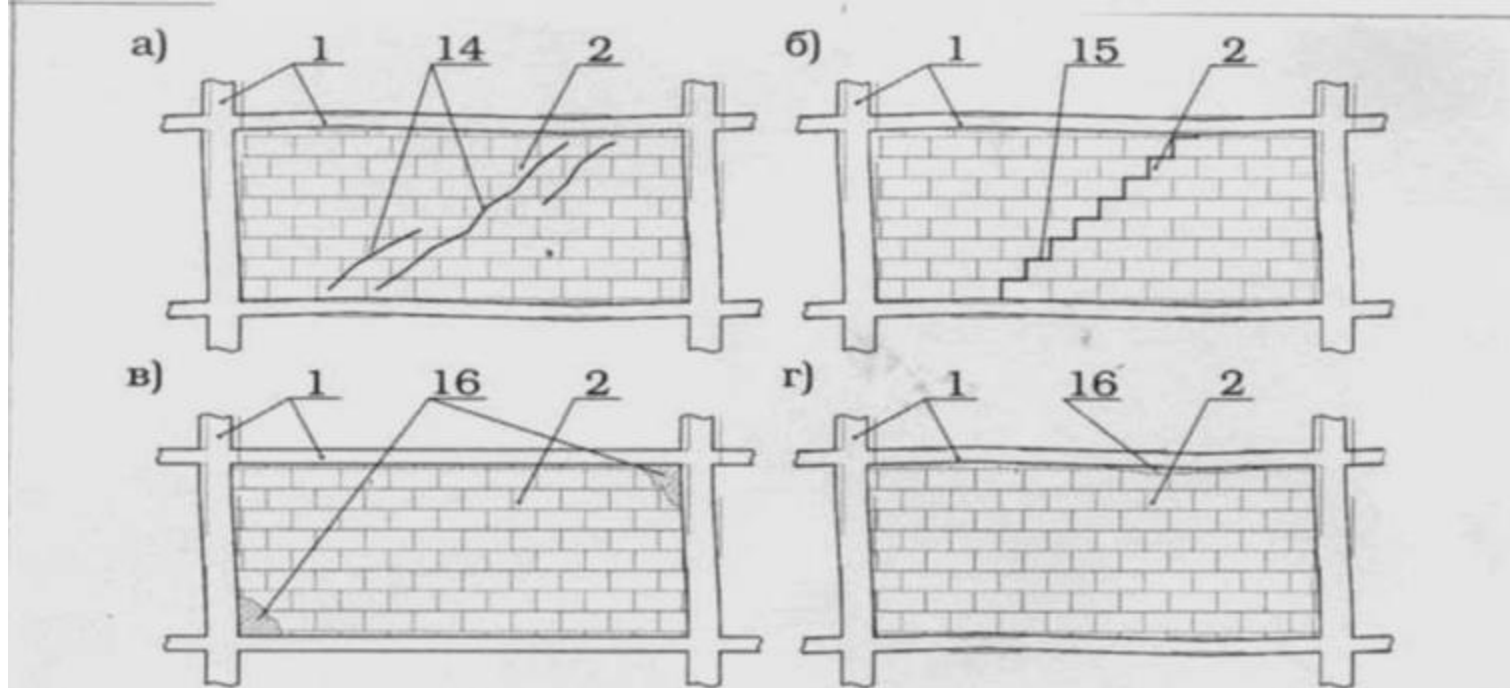
а - развитие трещин по направлениям главных сжимающих напряжений;

б - развития трещин при прогибах обоих перекрытий;

в - повреждения кладки вблизи проемов.

1- элементы каркаса;

2- кладка наружных стен; 3- перемычки; 6 - наклонные трещины в теле кладки по траекториям главных сжимающих напряжений; 7 - ступенчатые наклонные трещины продавливания по швам кладки; 8 - нормальные трещины в растянутой зоне по телу кладки; 9 - то же, по швам; 10- нормальные и наклонные трещины в подоконной зоне.



Характер повреждения кладки наружных стен на глухом участке при сдвиговых деформациях колонн и перекрытий.

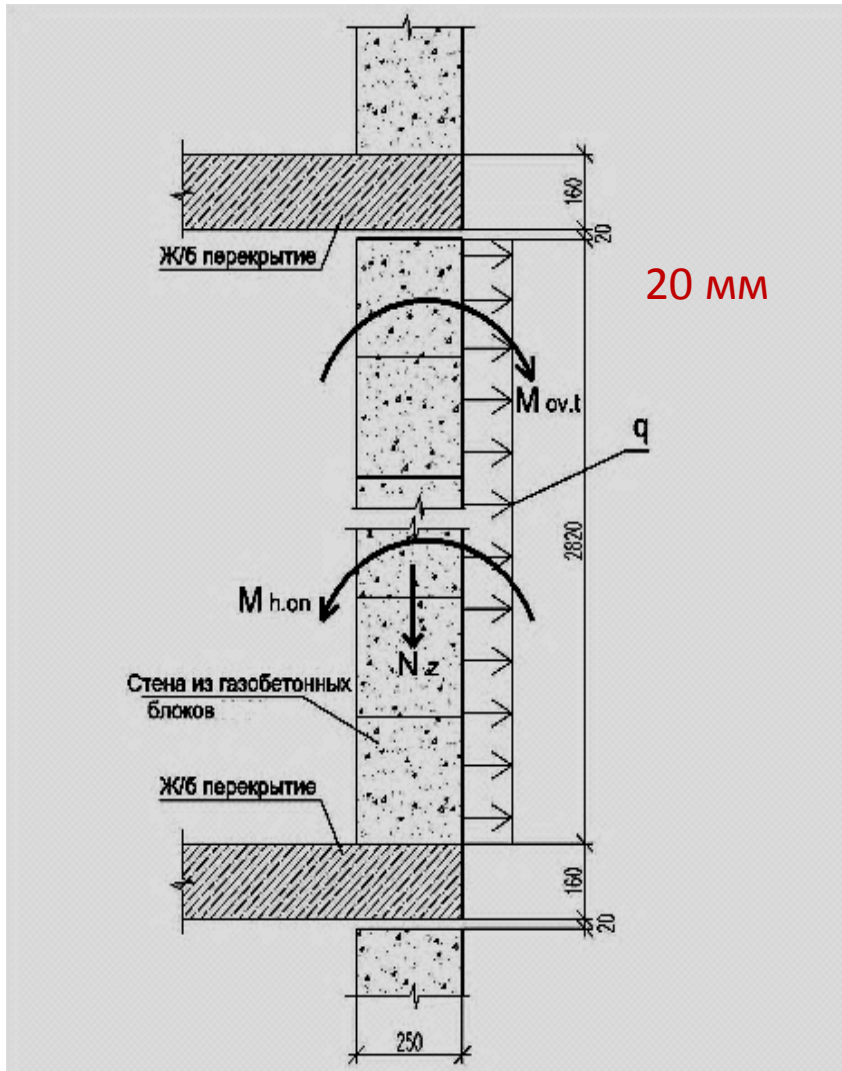
а - развитие трещин на глухом участке стены вследствие деформаций перекрытия по направлениям главных сжимающих напряжений;

б - развитие трещины на глухом участке стены по наклонной штрабе вследствие деформаций перекрытия; в - локальные повреждения кладки при деформациях колонн;

г - локальные повреждения кладки стены с проемами при деформациях перекрытий; 1-элементы каркаса; 2- кладка наружной стены;

- *наклонные трещины по траекториям главных сжимающих напряжений;*
- *трещины в кладке простенков от изгиба по неперевязанному сечению;*
- *локальные повреждения кладки в местах передачи локальных усилий с каркаса на кладку.*

Схема действующих на фрагмент стенового заполнения опрокидывающего и удерживающего моментов



Часто стену выдвигают наружу за край плиты перекрытия для размещения утеплителя, для ликвидации теплового моста. Расчет необходимо вести с учетом возникающего эксцентриситета

ВОЗДУХОПРОНИЦАЕМОСТЬ

СТБ EN 13829. ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЕ
ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗДАНИЙ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ
ВОЗДУХОПРОНИЦАЕМОСТИ ЗДАНИЙ. МЕТОД
ПЕРЕПАДА ДАВЛЕНИЙ.

ГОСТ 31167-2009 Здания и
сооружения. Методы определения
воздухопроницаемости ограждающих
конструкций в натуральных условиях.

За то, насколько жилье энергоэффективно, как в нем будет тепло и комфортно, отвечают три фактора:

- Сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций;
- **Воздухопроницаемость** ограждающих конструкций;
- Эффективность работы систем отопления, вентиляции и кондиционирования.

Для комфортного проживания необходимо чтобы эти все факторы соответствовали нормам.

Классы воздухопроницаемости ограждающих конструкций

- Классификация воздухопроницаемости ограждающих конструкций объекта по кратности воздухообмена при $\Delta p = 50$ Па (n50, ч -1) [помещения, группы помещений (квартиры) жилых многоквартирных, общественных, административных, бытовых, сельскохозяйственных, вспомогательных помещений производственных зданий и сооружений, а также многоквартирных зданий в целом] приведена в таблице 1
- При установлении классов воздухопроницаемости «умеренная», «высокая», «очень высокая», следует принимать меры по снижению воздухопроницаемости объектов. При установлении классов «низкая» и «очень низкая» в объектах, имеющих **вентиляцию с естественным побуждением**, следует принимать меры, обеспечивающие дополнительный приток свежего воздуха.

ГОСТ 31167-2009

Таблица 1

Кратность воздухообмена при $\Delta p = 50 \text{ Па}$ ($n_{50}, \text{ч}^{-1}$)	Наименование класса
$n_{50} < 1$	Очень низкая
$1 \leq n_{50} < 2$	Низкая
$2 \leq n_{50} < 4$	Нормальная
$4 \leq n_{50} < 6$	Умеренная
$6 \leq n_{50} < 10$	Высокая
$10 \leq n_{50}$	Очень высокая

Справка. В Москве при сдаче дома в эксплуатацию с 2014 года будет производиться выборочная проверка на воздухопроницаемость.

Влияние величины n_{50} на расход тепловой энергии (С. Петербург)

Энергозависимая база – 128м2	Вентиляционные потери кВт.ч	Удельный расход тепла на отопление кВт.ч/м2 в год
$n_{50} = 0,6 \text{ ч}^{-1}$	3850	108
$n_{50} = 2 \text{ ч}^{-1}$	5433	120
$n_{50} = 4 \text{ ч}^{-1}$	7695	138
$n_{50} = 10 \text{ ч}^{-1}$	14479	191

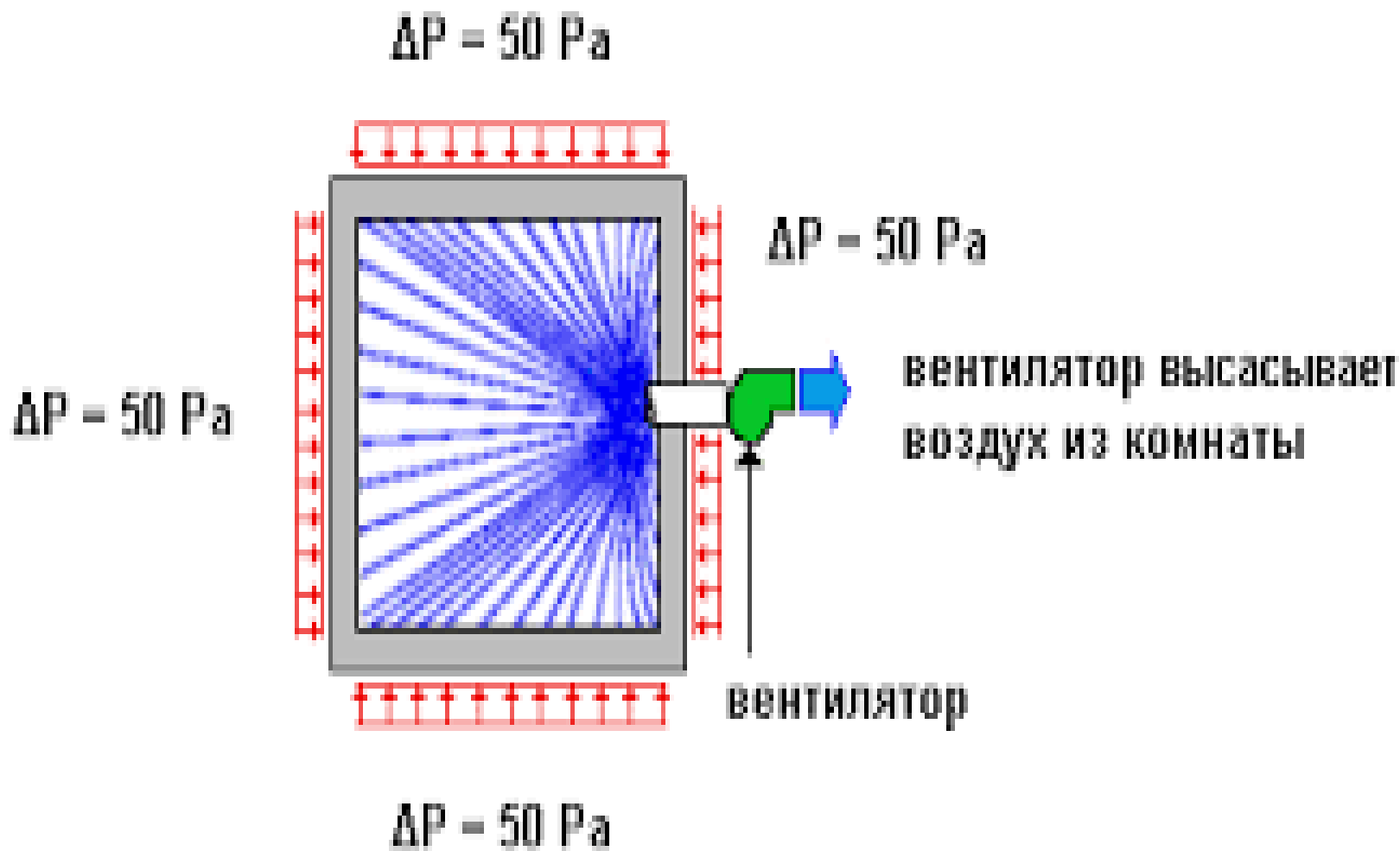
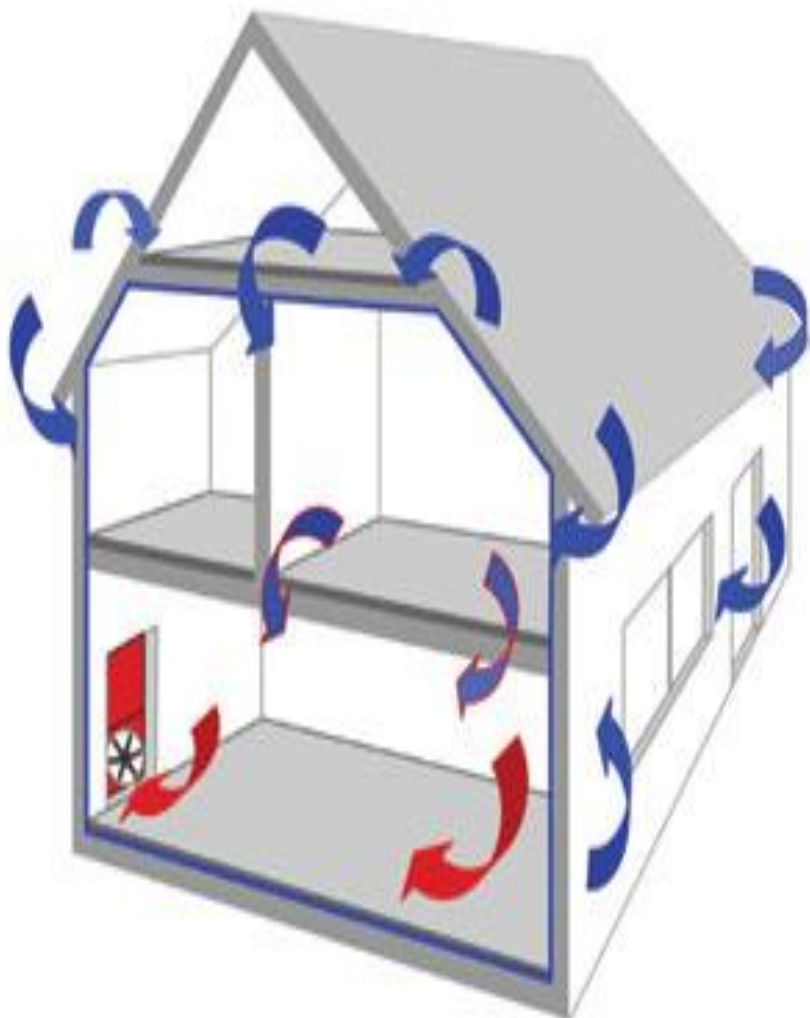


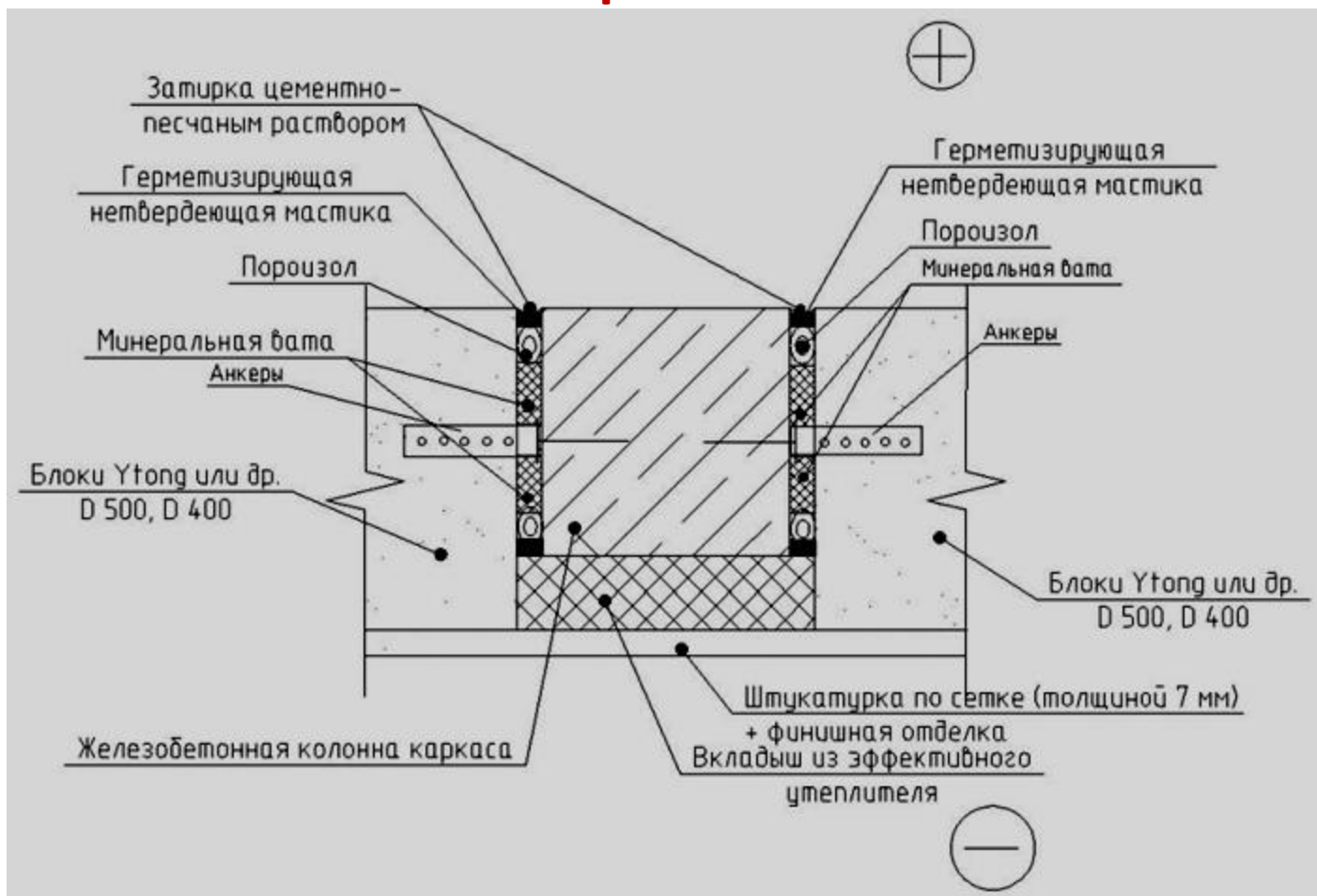
Схема проведения испытаний на воздухопроницаемость

Сема проведения испытаний на воздухопроницаемость.

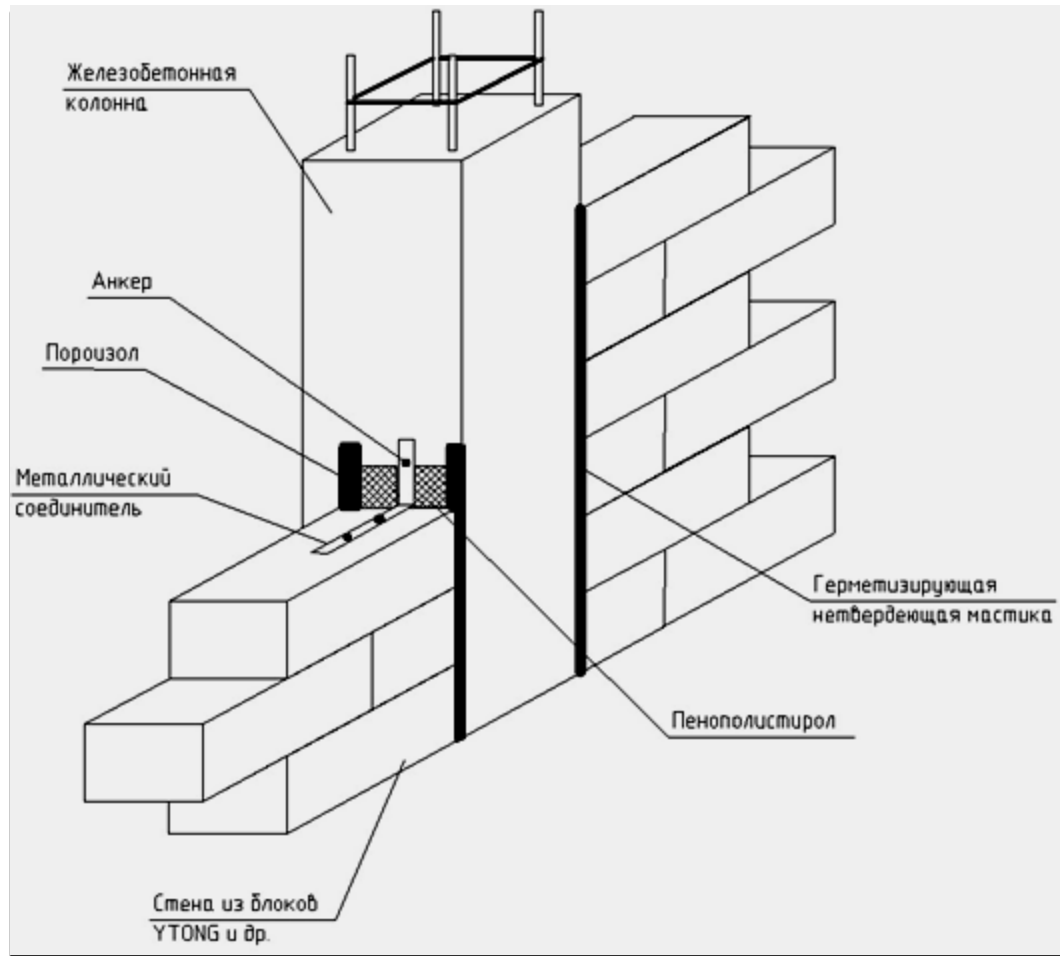


Варианты сопряжения колонны каркаса с самонесущей стеной из ячеистого бетона и швы обеспечивающие ветронепроницаемость стыка :

вариант 1



Вариант 2.



Вариант 3.

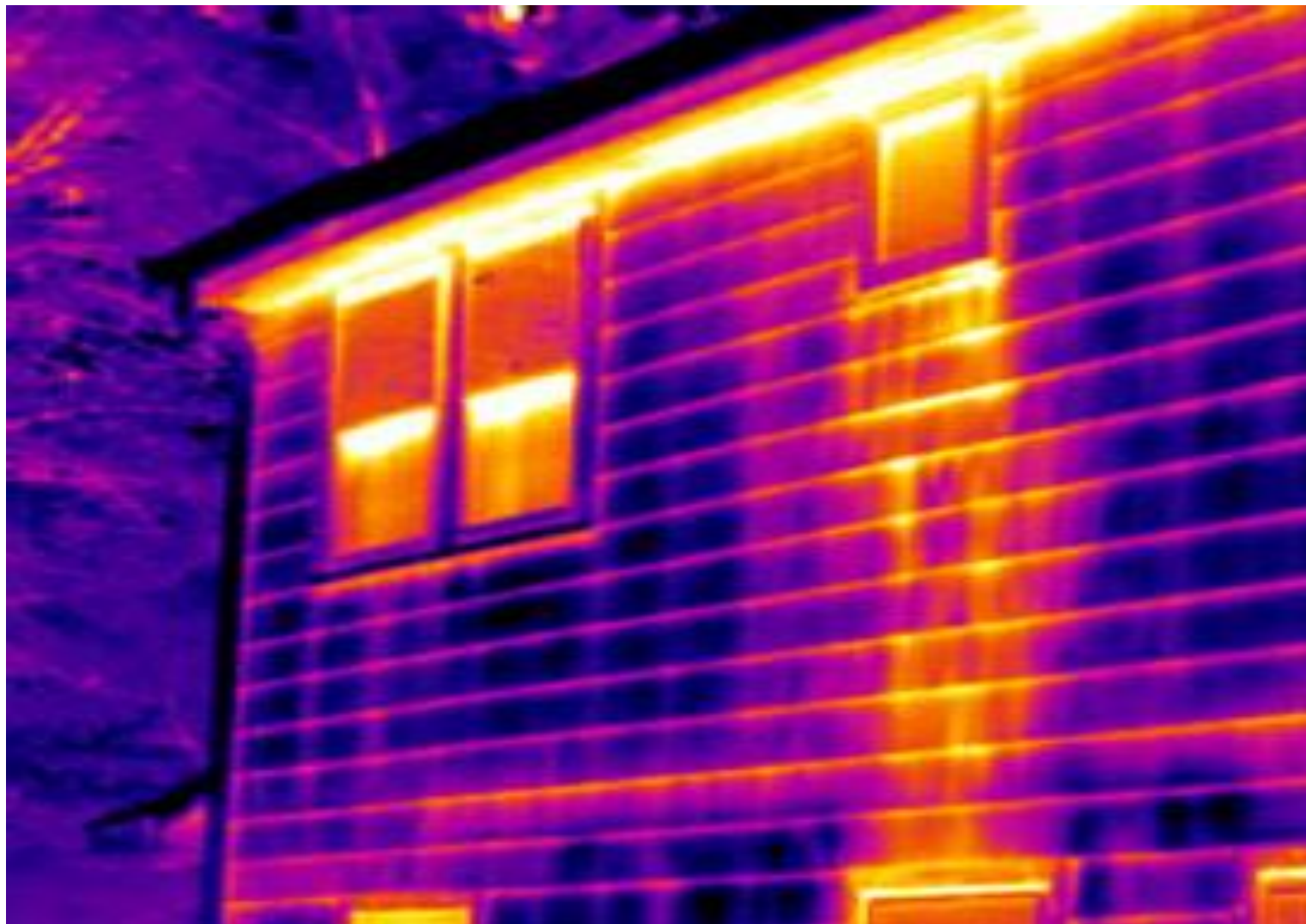


Заполнение вертикального шва при кладке стены.

Укладка керамических блоков.
Незаполненные вертикальные швы паз-
ребень. Швы необходимо заполнять.

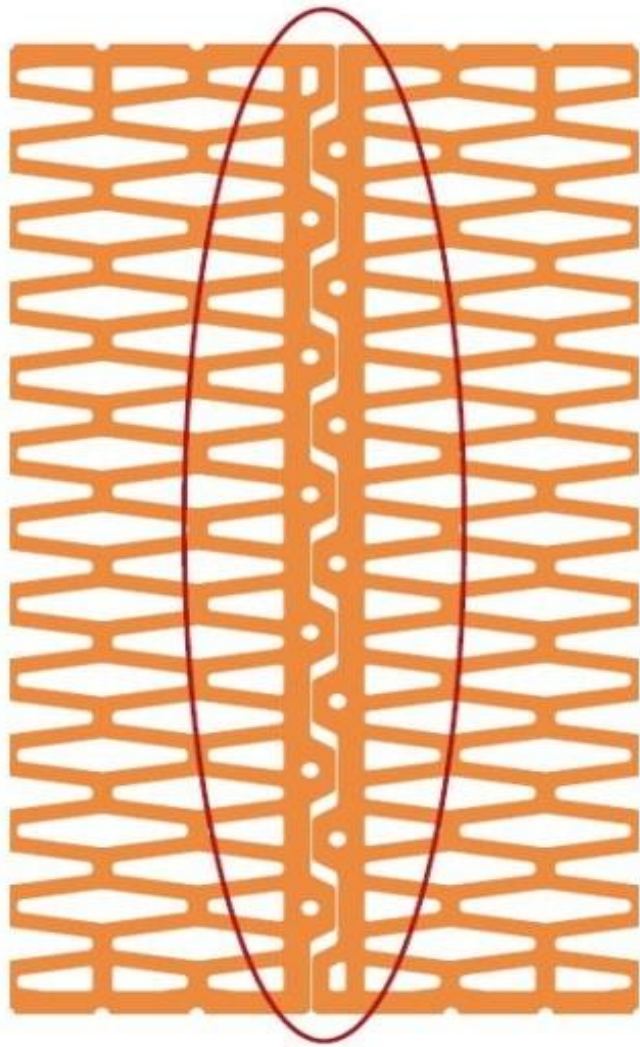


Результаты тепловизорной съемки стен из блоков.

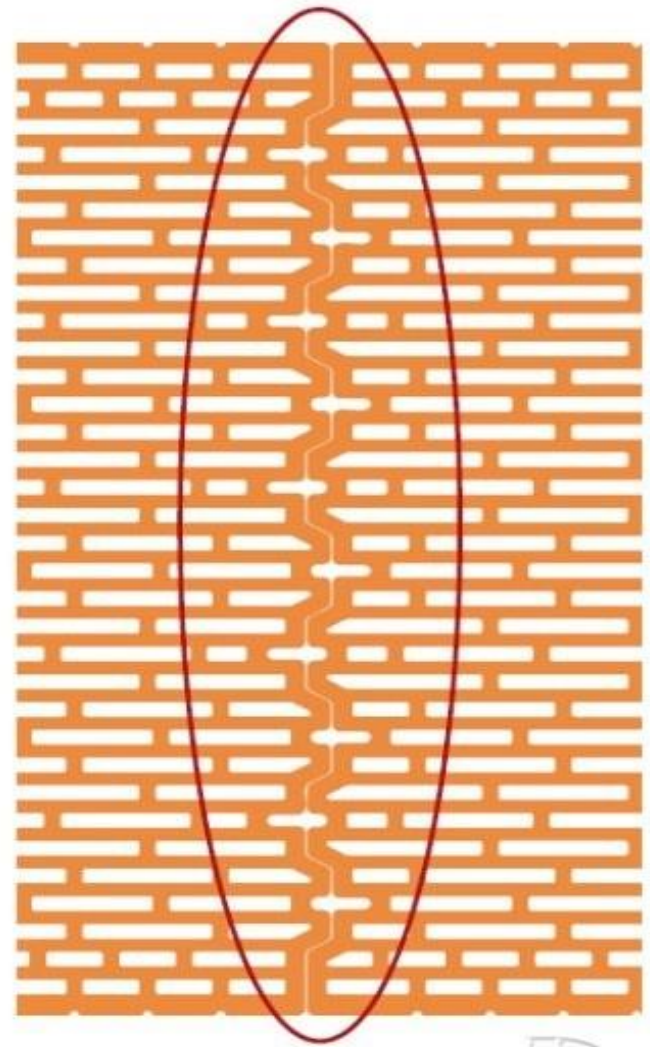




Воздухопроницаемость таких блоков необходимо дополнительно изучать.



POROTHERM 44 P+W



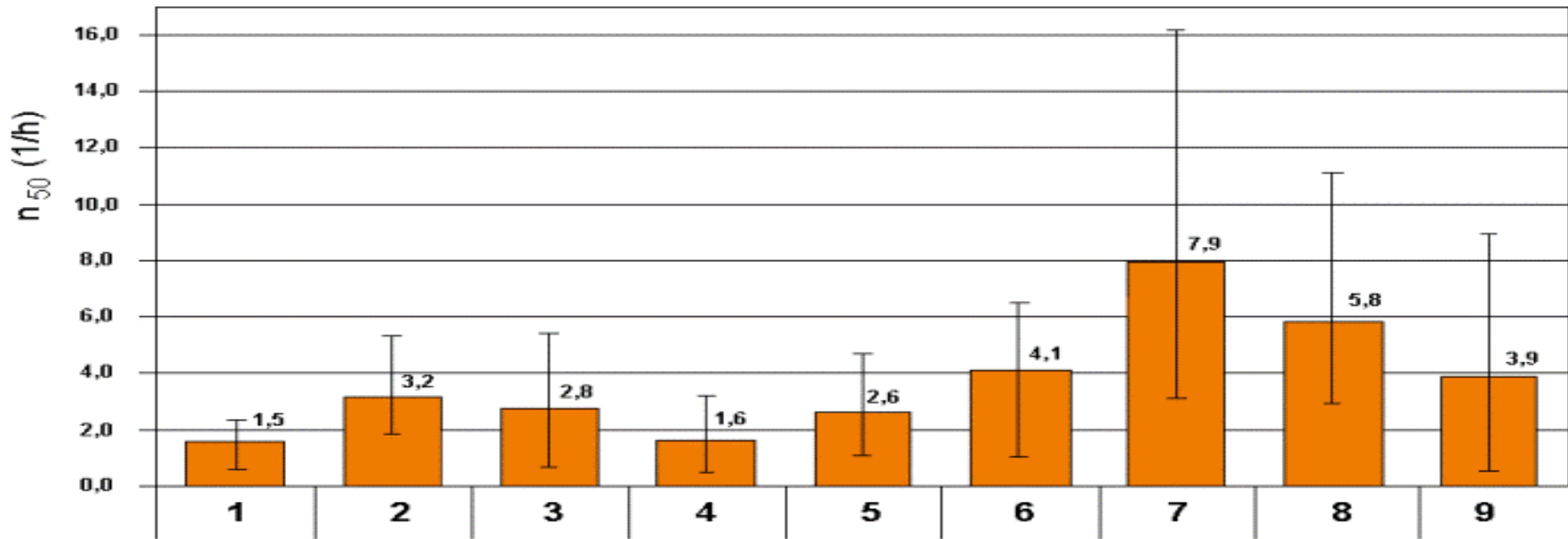
POROTHERM 44 EKO+ 

Неконтролируемый отток внутреннего теплого и влажного воздуха, а также приток внешнего воздуха (так называемые эксфильтрация и инфильтрация) влияют на обогрев, охлаждение и техническое обслуживание помещений, оказывая значительное воздействие как на комфорт проживания, так и на стоимость эксплуатации здания. **При этом потери тепла в помещениях могут составлять до 25 %.** Издержки на устранение повреждений воздушной изоляции конструкций, как правило, во много раз превышают затраты на ее устройство.

- Проведенные совместно с Таллиннским техническим университетом измерения показали, что воздухопроницаемость наружных стен AEROC из ячеистого бетона не превышает $1 \text{ м}^3/\text{м}^2\text{ч}$ т.е. $n_{50}=1$. Следовательно, можно сказать, что наружные стены AEROC практически герметичны, т.е. непродуваемы, что значительно снижает тепловые потери.

Для сравнения следует отметить, что в многослойных стенах, например в стенах с деревянным каркасом, герметичности достичь очень трудно, даже в случае очень высокого качества строительства. **Причина в том, что между отдельными слоями, как в ходе строительства, так и при последующей эксплуатации, возникают воздушные зазоры, через которые происходят так называемые неконтролируемые тепловые потери.** Поэтому в нормативной документации некоторых стран рекомендуемое значение U дифференцировано в зависимости от того, является ли сооружение однородной (массивной) стеной (ячеистый бетон, керамзитобетон, керамические или бетонные блоки) или легкой многородной конструкцией (деревянный каркас).

В Эстонии при расчете тепловых потерь это учитывается посредством коэффициента инфильтрации $1 \text{ м}^3/\text{м}^2\text{ч}$. При отсутствии экспериментальных данных следует принимать показатель герметичности за $6 \text{ м}^3/\text{м}^2\text{ч}$.



1. Дома из ячеистого бетона
2. Дома из керамзитового бетона
3. Кирпичные дома
4. Дома из бетонных блоков
5. Дома из бетонных панелей
6. Бревенчатые дома с уплотненными швами
7. Классические бревенчатые дома
8. Бревенчатые дома с дополнительным утеплением
9. Деревянный каркас

Источник: RAKENNUSTEN ILMANPITÄVYYS – uudet suunnitteluhjeet apuvälineenä. Betonin uudet haasteet – seminar. 7.2.2008. Minna Korpi (Tampere Tehnikaülikool)

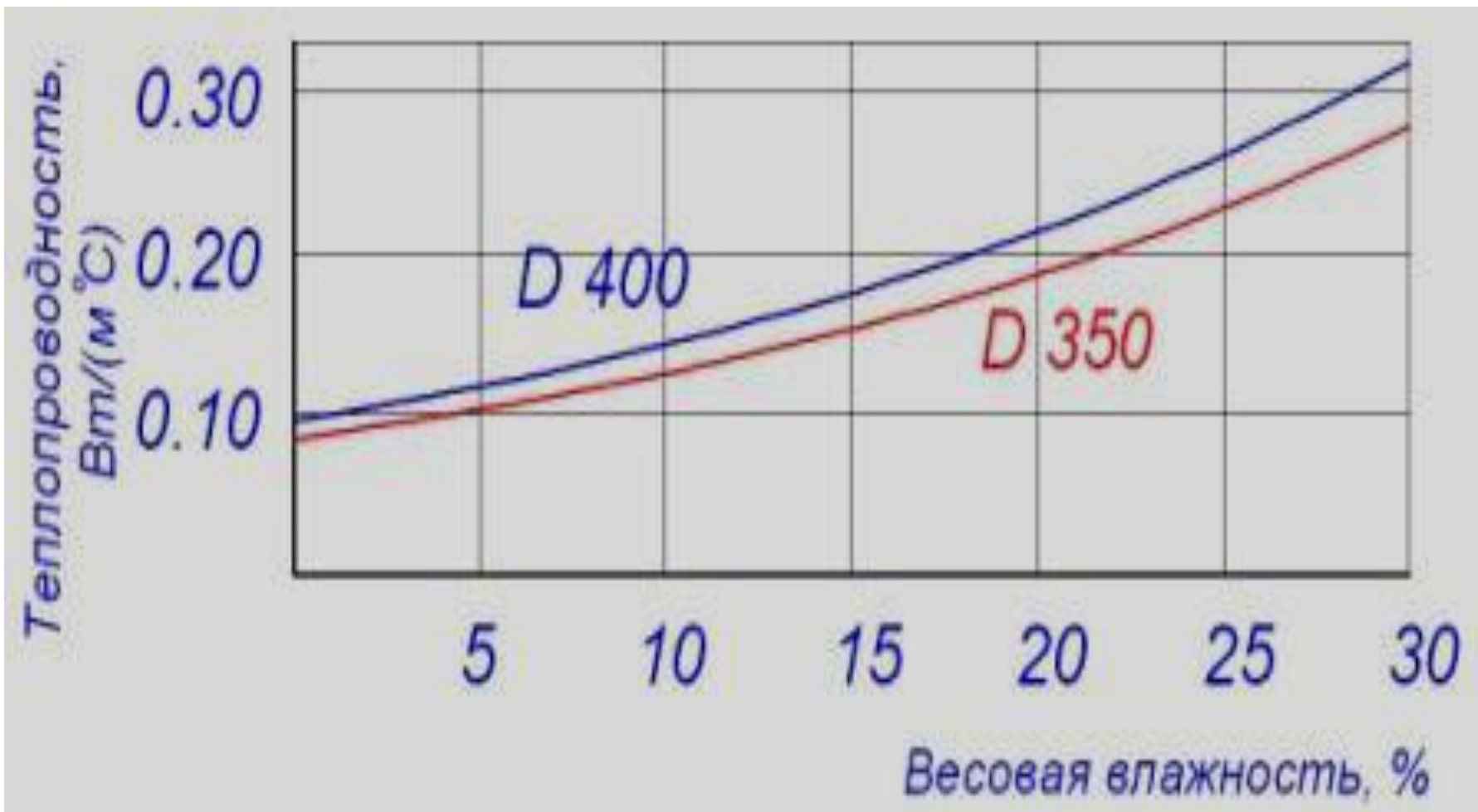
Рисунок . Сравнение воздухопроницаемости для различных стеновых материалов.

Справка

- Полные удельные теплотери через оболочку здания с учетом теплотехнических неоднородностей равны:
- $Q = \sum U_i \cdot A_i + \sum \Psi \cdot L + \sum X \cdot n$;
- Где A_i – площадь i -го элемента ограждающей конструкции, m^2 ;
- U_i – коэффициент теплопередачи i -го элемента ограждающих конструкций здания, $Вт/(m^2 \cdot ^\circ C)$;
- Ψ и X – линейный и точечный коэффициенты теплопередачи теплового моста , $Вт/(m \cdot ^\circ C)$ и $Вт/^\circ C$ соответственно;
- L – длина линейного теплового моста, м;
- n - количество точечных неоднородностей, ед.
- Кроме этого необходимо учитывать влияние величины n_{50} (кратность воздухообмена) на расход тепловой энергии.
-

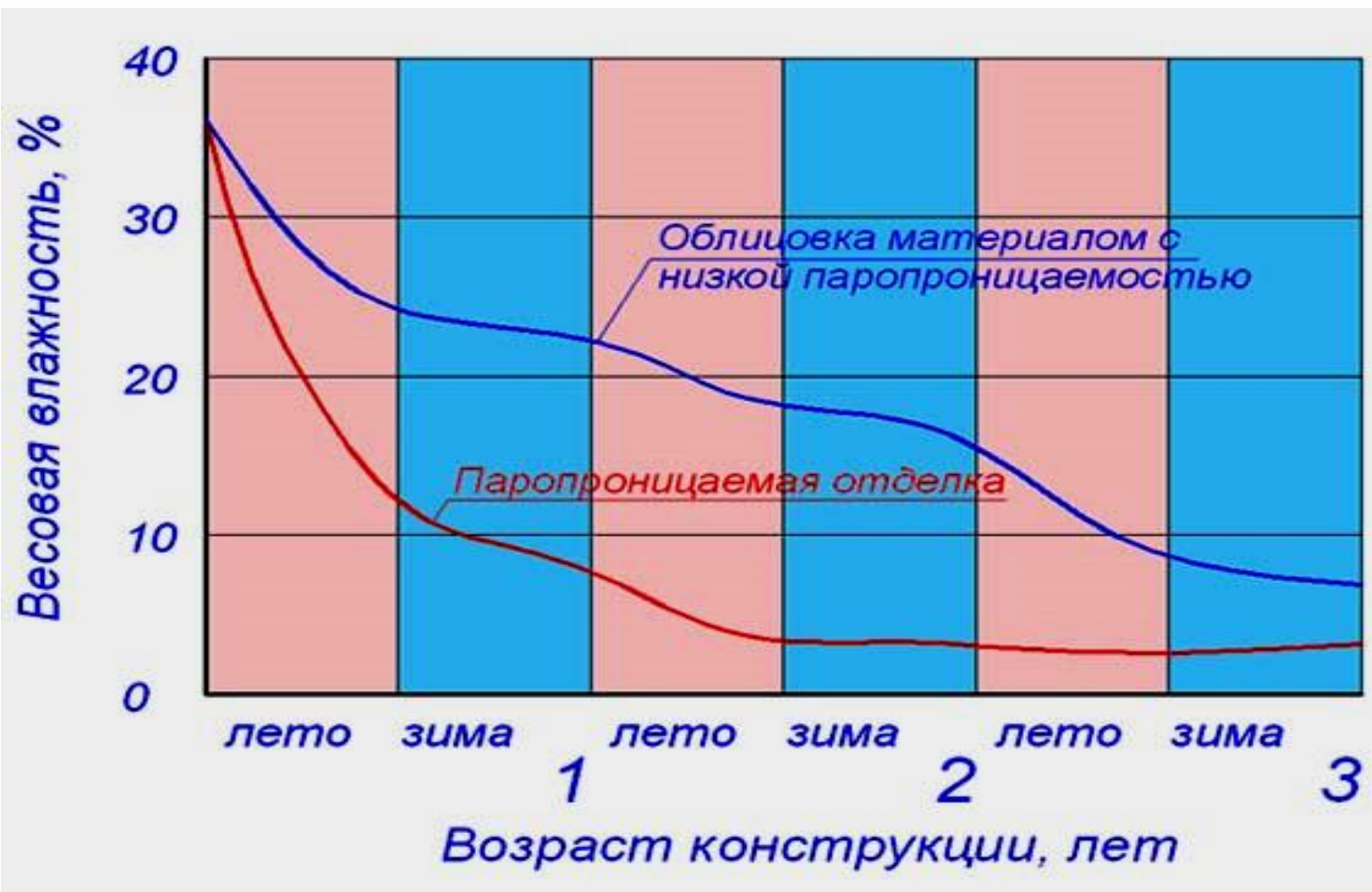
Влажность строительных материалов

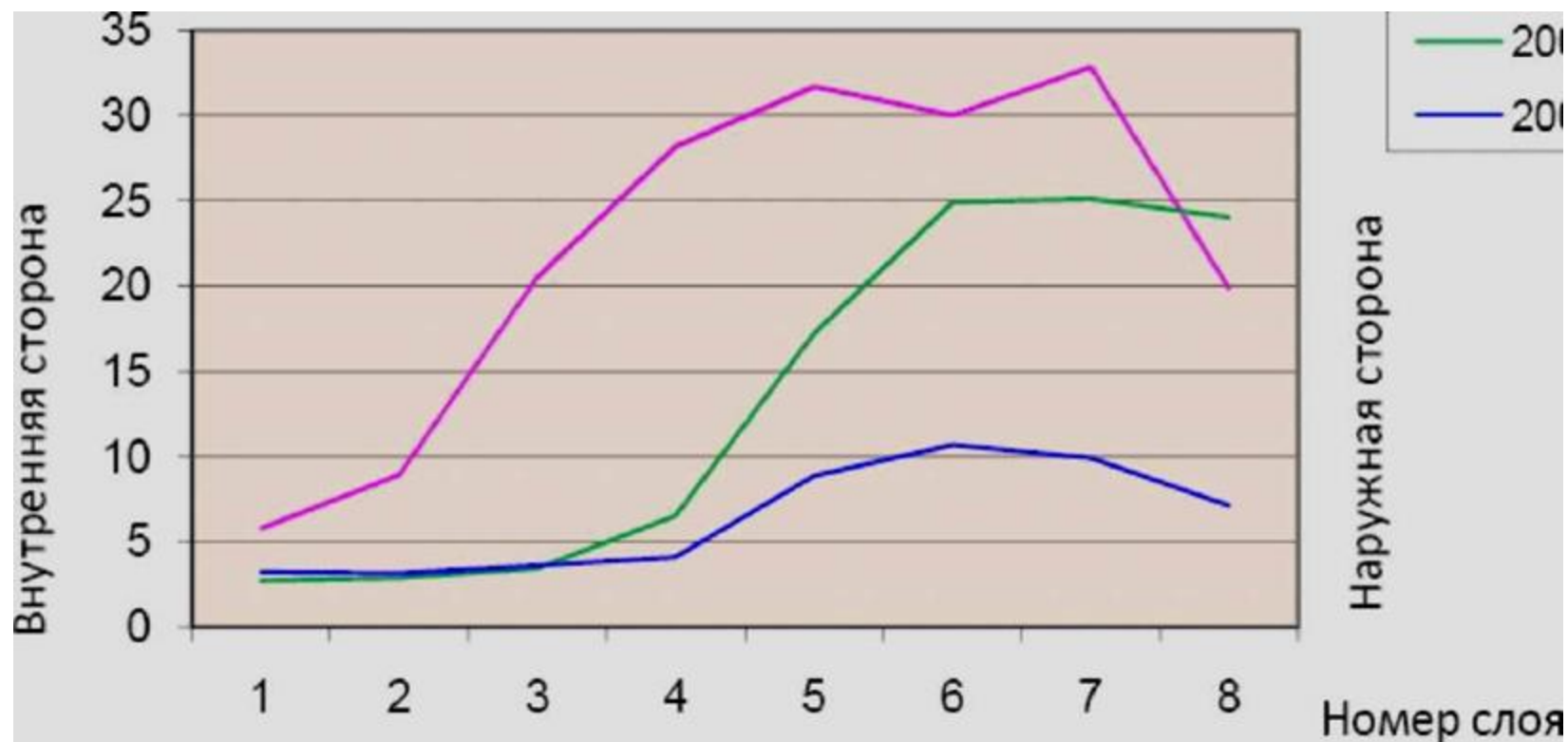
Накопление влаги в ограждающей конструкции является основным фактором, приводящим к ее разрушению, потере теплоизоляционных свойств, образованию плесени, грибков, и ответственным за влажностный режим помещения. Поэтому всегда необходим качественный анализ всех возможных причин и процессов увлажнения ограждающей конструкции: конструкционная влага, внешнее капиллярное впитывание, мокрые процессы внутри помещения, сорбция и диффузия водяных паров через ограждающую конструкцию, и т.д.



Графическое изображение зависимости теплопроводности от весовой влажности для ячеистобетонных блоков плотностью 350 и 400 кг/м³

Графически высыхание ячеистого бетона





Весовая влажность, распределенная по слоям (приведена в %).

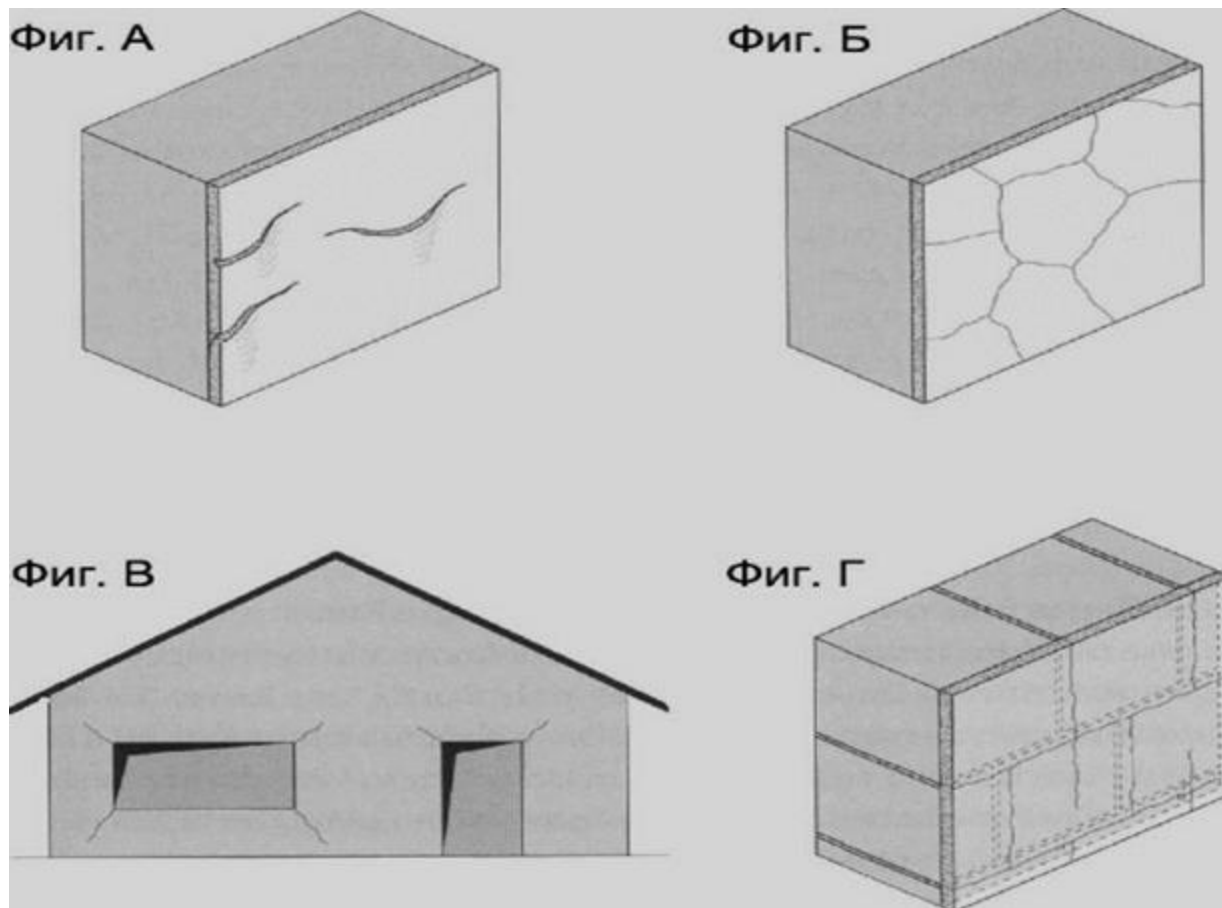
Красная

линия соответствует измерениям, проведенным в 2005 году,

зеленая

– в 2006 году, синяя – в 2007 году.

Толщина слоя 3-4см



Характерные дефекты отделочного слоя: фигура А - осадка свежей штукатурки; фигура Б - усадка поверхностного слоя при высыхании газобетона; фигура В - трещины в углах оконных и дверных проемов; фигура Г - усадочные трещины в клеевых или растворных швах



Ремонтопригодность и долговечность оболочки.

- Ремонтопригодность(maintainability) – приспособленность к поддержанию и восстановлению работоспособного состояния путем технического обслуживания и ремонта.

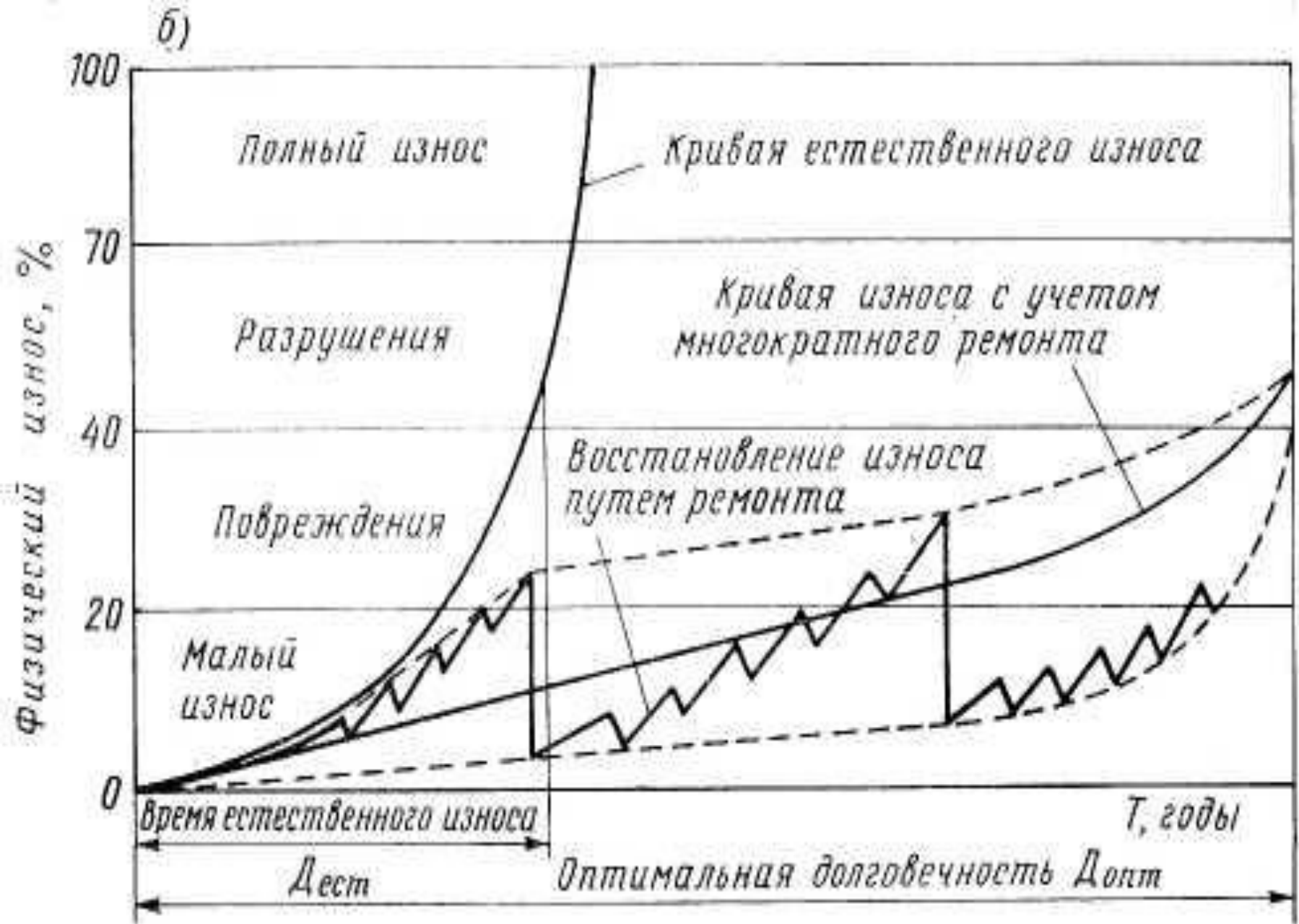
Ремонтопригодная оболочка.

- Оболочка, которая состоит из разных слоев, долговечность которых примерно одинакова. Конструкция такой стены предусматривает упрощенную замену материалов или узлов на новые, т. е. конструкция должна быть ремонтнопригодной.
- Пример. Утеплитель внутри стены, КПД.



127

Долговечность здания определяется долговечностью его основных конструкций т. е. фундаментов, несущих стен или каркаса.



**Влажностный режим и его
влияние на
энергоэффективность здания**

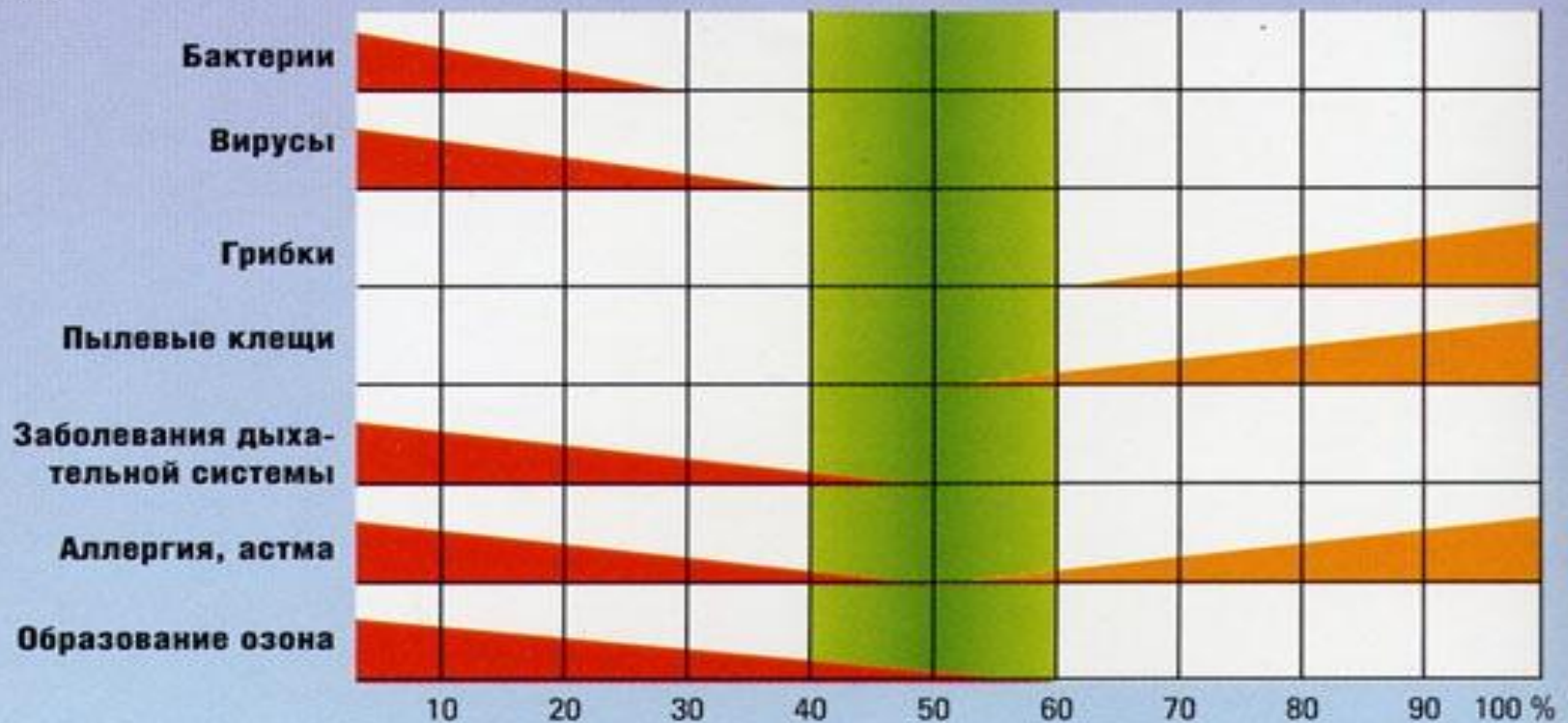
- *Контроль влажности в зданиях – это ключевое условие повышения их долговечности, энергоэффективности, эффективного использования, здорового микроклимата. Знание источников увлажнения и механизмов влагопереноса в здании и в ограждающих конструкциях позволит специалистам улучшить проектные решения зданий и систем кондиционирования воздуха, а жителям, проживающим в этих зданиях, разобраться в причинах появления влаги.*





Оптимальный уровень влажности для помещений

Медики рекомендуют поддерживать влажность воздуха в помещении на уровне 40 – 60 %. При такой влажности мы чувствуем себя максимально комфортно, а это значит, что эти условия идеальны для нашего здоровья, для животных и растений, для мебели и музыкальных инструментов и т.д.



Признаки низкой влажности воздуха в квартире:

- сонливость, усталость, частые респираторные заболевания, сухость кожи, преждевременные морщины, чувствительные и болезненные слизистые оболочки, сохнут и скручиваются кончики листьев домашних растений. Высокая влажность воздуха в квартире способствует образованию плесени и грибков, размножению пылевых клещей, которые в свою очередь могут вызывать аллергические реакции, снижать иммунитет, приводить к респираторным заболеваниям.

- ***Признаки высокой влажности воздуха в квартире:***
- **головные боли, аллергические реакции, одышка, кашель, кожные воспаления, зуд.**
- ***Для справки. Нормы относительной влажности, согласно ГОСТ 30494-96 «Здания общественные и жилые. Параметры микроклимата в помещениях» *и шкала влажности воздуха.***
- ***Относительная влажность в помещении:
Холодный период: 30 - 45%, допустимая влажность 60%;
Теплый период: 30 – 60%, допустимая влажность 65%;***
- ***Не нормируются:
кухня, туалет, ванная, вестибюль, лестничная клетка, кладовая, прочие помещения с временным пребыванием людей.***

**Относительная
влажность**

Шкала влажности воздуха

100%



Насыщенный водяными пара-
ми воздух

90%

80%

70%

60%

50%

40%

30%

20%

10%

0%

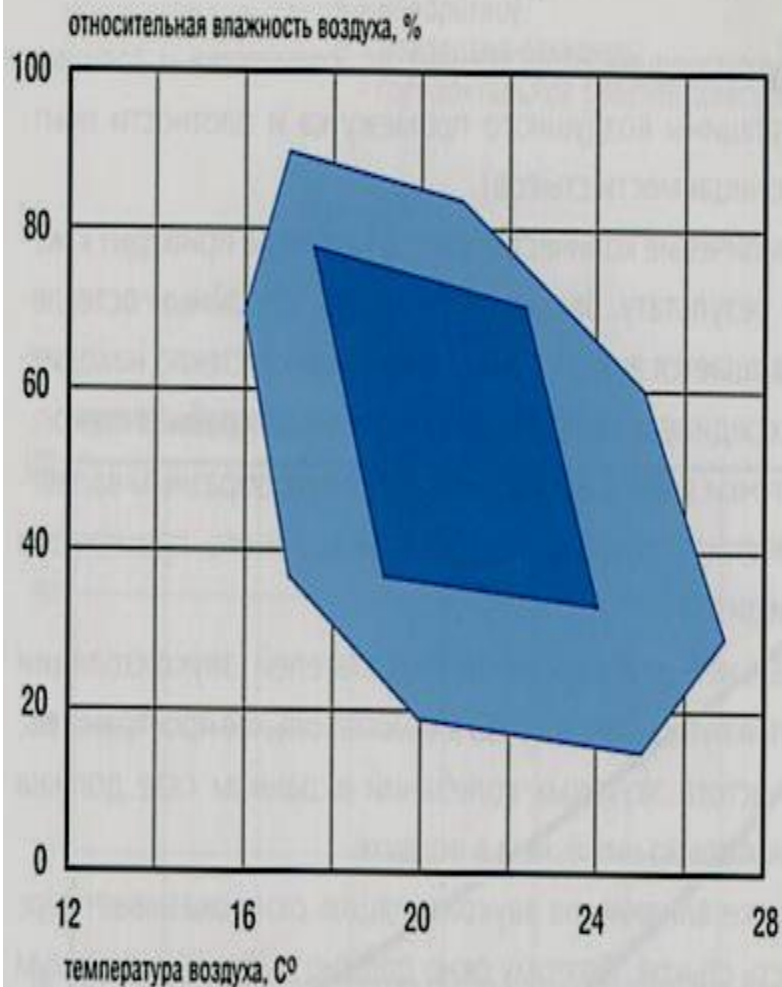
Воздух как в джунглях - усло-
вия в летней теплице в облас-
тях с умеренным климатом

Летний день в областях с уме-
ренным климатом - самые
лучшие условия для
комнатных растений при
обычных условиях

Воздух как в пустыне - тако-
ва атмосфера зимой в ком-
нате с центральным отопле-
нием в областях с умеренным
климатом

Абсолютно сухой воздух - в
естественных условиях тако-
го не бывает

Диаграмма для определения благоприятного климата с учетом температуры и влажности воздуха.



- благоприятный климат
- удовлетворительный климат

Источники испарения

г/ч

Источники испарения	г/ч
Горячий душ	2000
Кипящая на плите кастрюля с открытой крышкой	900
Работающая на сильном огне газовая плита	400
Потоотделение человека при высокой физической нагрузке	400
Кастрюля с закрытой крышкой	350
Теплый душ	300
5 кг белья для сушки	200
Газовая плита (слабый огонь)	100
Потоотделение человека при слабой физической нагрузке	100
Горячее блюдо на столе	60
Дыхание человека в состоянии покоя	50

- **Причины появления влаги в ограждающих конструкциях**
- **1. Строительная** влага, это влага, которая вносится в ограждение при возведении здания или при изготовлении строительных материалов и конструкций. Количество влаги, вносимой в ограждение при его создании, зависит от конструкций ограждения и от способа производства работ. Строительная влага не оказывает влияния на влажностный режим ограждающей конструкции, если она удаляется через 1-3 года.
- **2. Грунтовая** влага, это влага, которая проникает в ограждение из грунта вследствие капиллярного всасывания и может подниматься до 2-2,5 метров от уровня земли. Для предохранения от этой влаги, в ограждающих конструкциях устраивается гидроизоляция.
- **Атмосферная** влага, которая проникает в ограждающие конструкции при косом дожде, неисправности крыши и др.

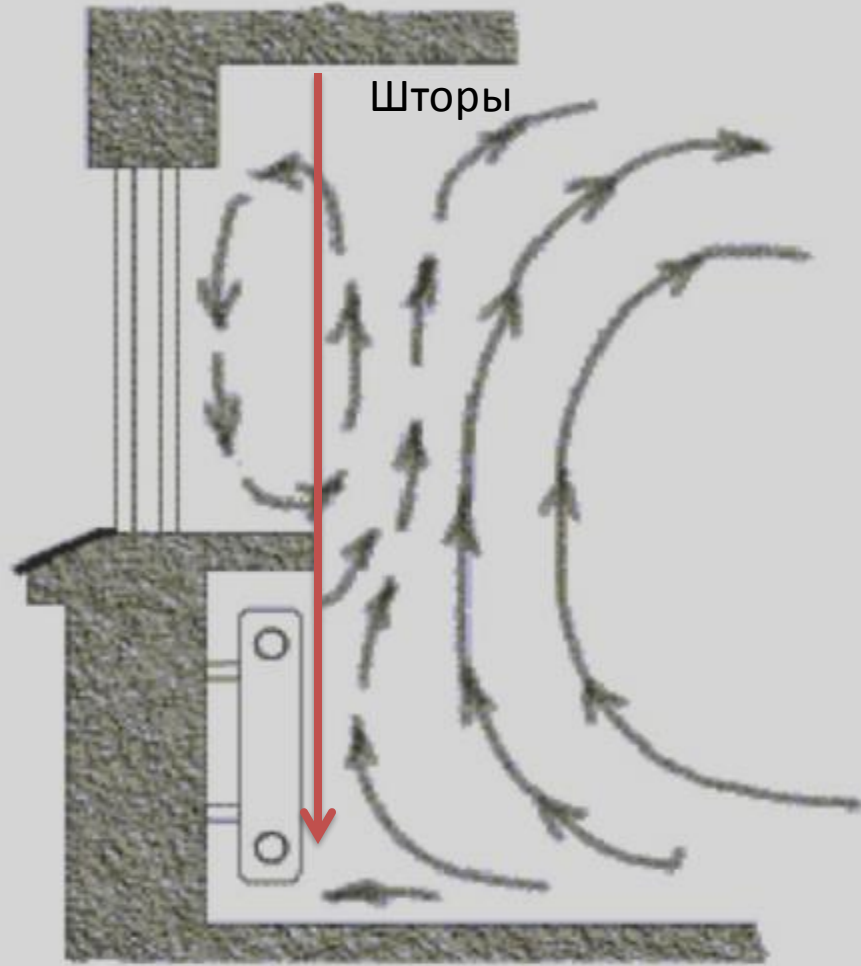
- **Гигроскопическая влага**, влага, находящаяся в материалах и конструкциях ограждения вследствие их гигроскопичности. Гигроскопичность – свойство материала поглощать (сорбировать) влагу **из воздуха**.

Конденсация влаги из воздуха. Влага из воздуха может конденсироваться на внутренней поверхности ограждения, в его толще и на окнах.

Эксплуатационная влага, которая связана с эксплуатацией зданий.

Причины выпадения конденсата на окнах:

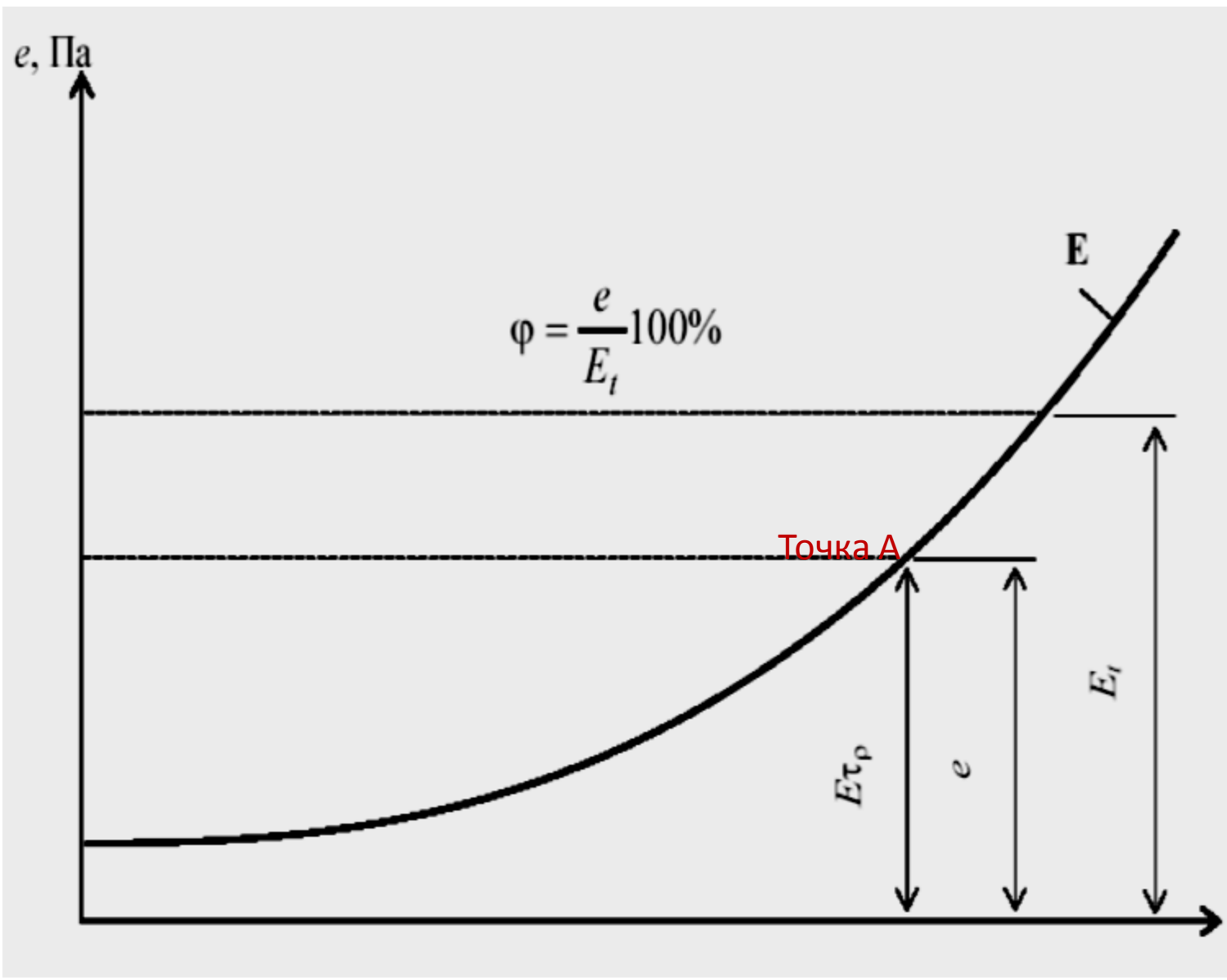
- **Поддержание отопительного режима в квартире ниже 20-22° С;**
- **Установка «холодного» стеклопакета» с низким сопротивлением теплопередаче;**
- **Недостаточный воздухообмен в связи с герметичными окнами, и, как следствие, плохой вытяжной вентиляции. На такую причину укажет отсутствие прилипания листа бумаги к вентиляционной решетке при открытом окне в одной из комнат;**
- **Повышенная влажность строительных конструкций после строительных или ремонтных работ.**
- **Ошибки при монтаже окон;**
- **Установка окна в холодную зону стены или даже в зону отрицательных температур.**
- **Недостаточная конвекция воздуха по внутреннему стеклу окна из-за широких подоконников, особенно без врезанной вентиляционной решетки или плотных штор, особенно вплотную к подоконнику, или неправильная установка отопительных приборов. (см. схему) На эту причину укажет уменьшение конденсата после включения на подоконнике вентилятора или, например, зажжения свечи, которые создадут интенсивное движение воздуха и повысят температуру в приоконном пространстве;**

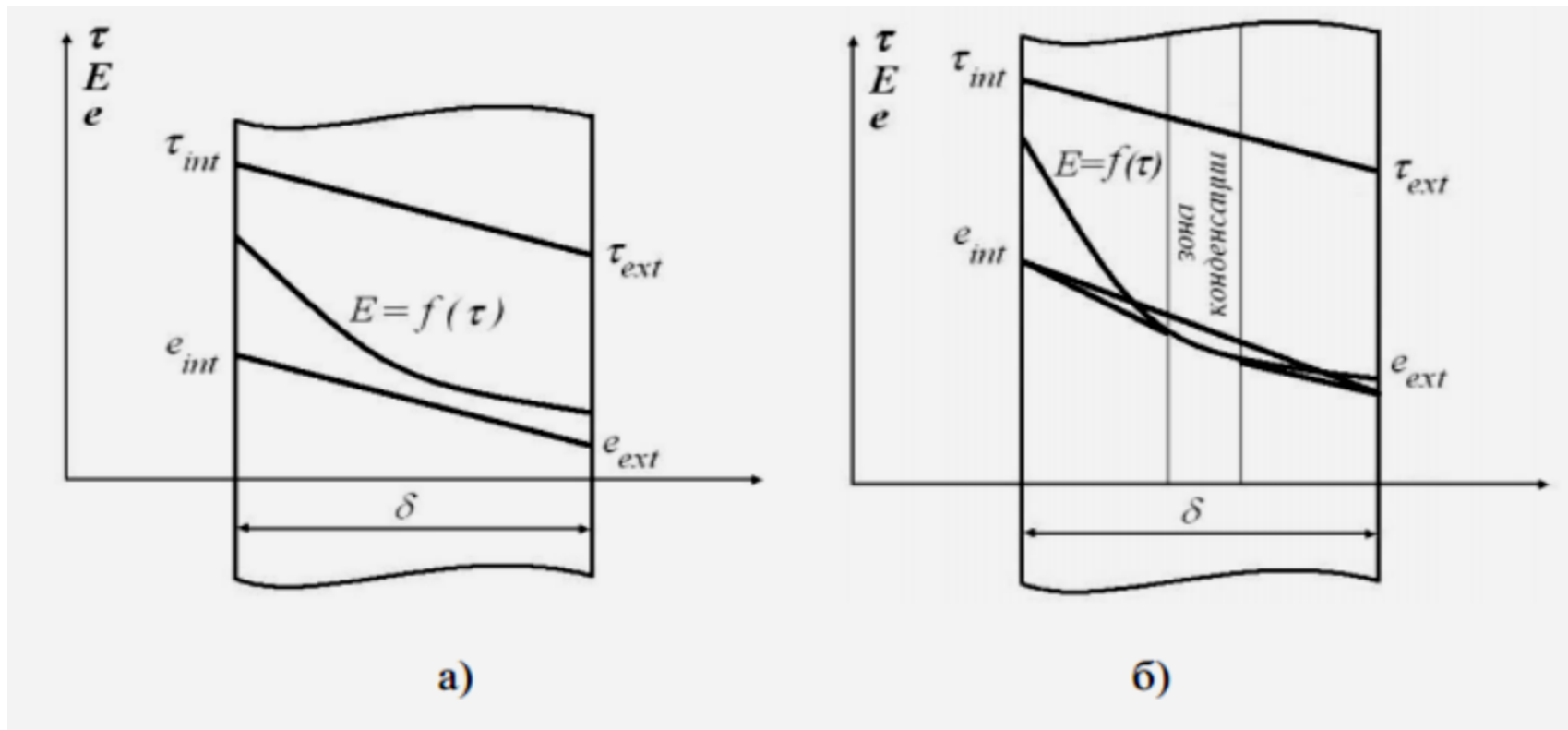


Шторы

В практике оценки степени насыщения воздуха влагой используется ***относительная влажность*** воздуха φ , выраженная в процентах отношением действительной упругости водяного пара e к максимальной упругости его E при конкретной температуре помещения.

- При некоторой температуре, когда E (максимальная упругость) станет равной e (действительная упругость водяного пара), относительная влажность воздуха будет $\varphi = 100\%$, т. е. воздух достигнет полного насыщения водяным паром. Эта температура носит название **точки росы** (точка A) для данной влажности воздуха и обозначается τ_p . Таким образом, **точка росы**, есть та температура, при которой воздух данной влажности достигнет полного насыщения водяным паром.





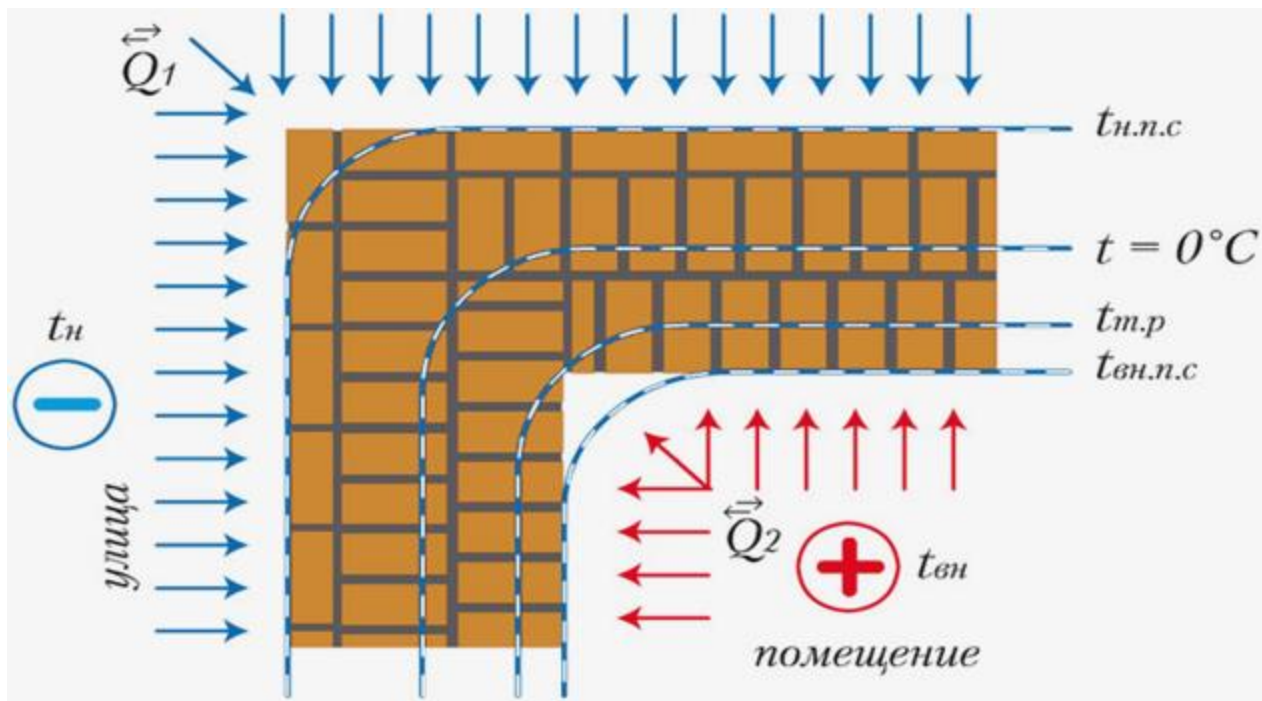
Построение графиков распределения максимальной упругости водяного пара E и упругости водяного пара e позволяет наглядно демонстрировать возможность возникновения условий конденсации влаги в толще ограждений, либо их отсутствия. На рисунке приведены схематически оба варианта с графиками изменения рассматриваемых величин в толще однородного ограждения и постоянной величины коэффициента паропроницания.

Видно, что если линия изменения упругости водяного пара e лежит ниже линии и изменения максимальной упругости E и не пересекается с ней, (рис.а), то условия для конденсации влаги отсутствуют.

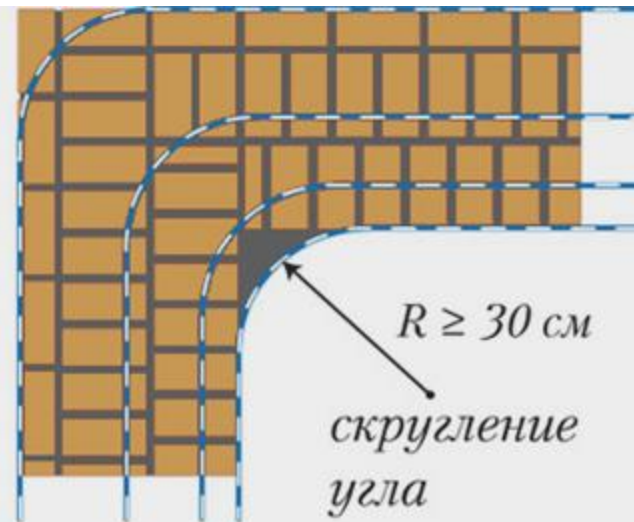
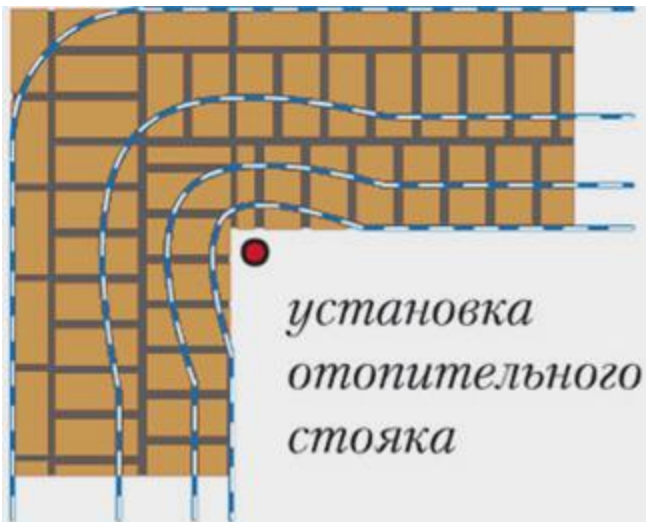
Более сложен для анализа случай, когда графики линий изменения E и e пересекаются и свидетельствуют о возможности конденсации влаги в местах формального превышения значений e над E , (рис. б). Однако следует понимать, что показано e на графике положение участка линии e выше линии E с физической точки зрения не имеет смысла, поскольку при равенстве значений упругости наступают условия конденсации, а сама прямая линия между точками e_{int} и e_{ext} важна только для предварительной оценки возможности конденсации

Как бороться с плесенью и грибком на стенах.



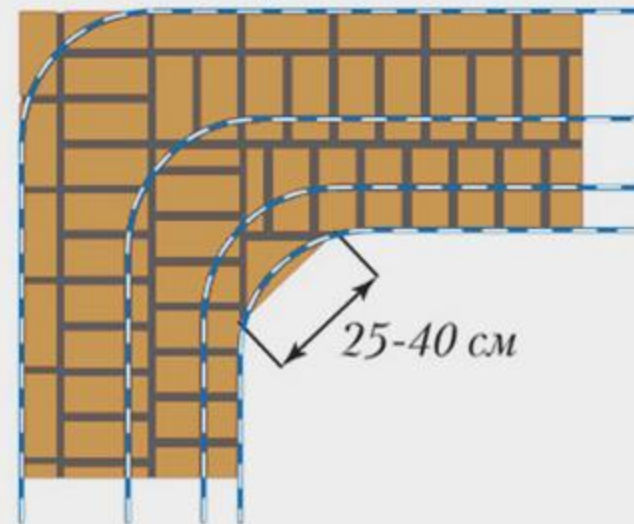
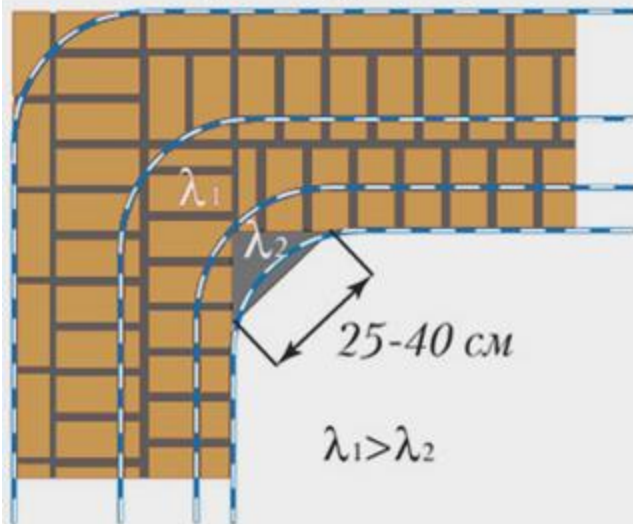


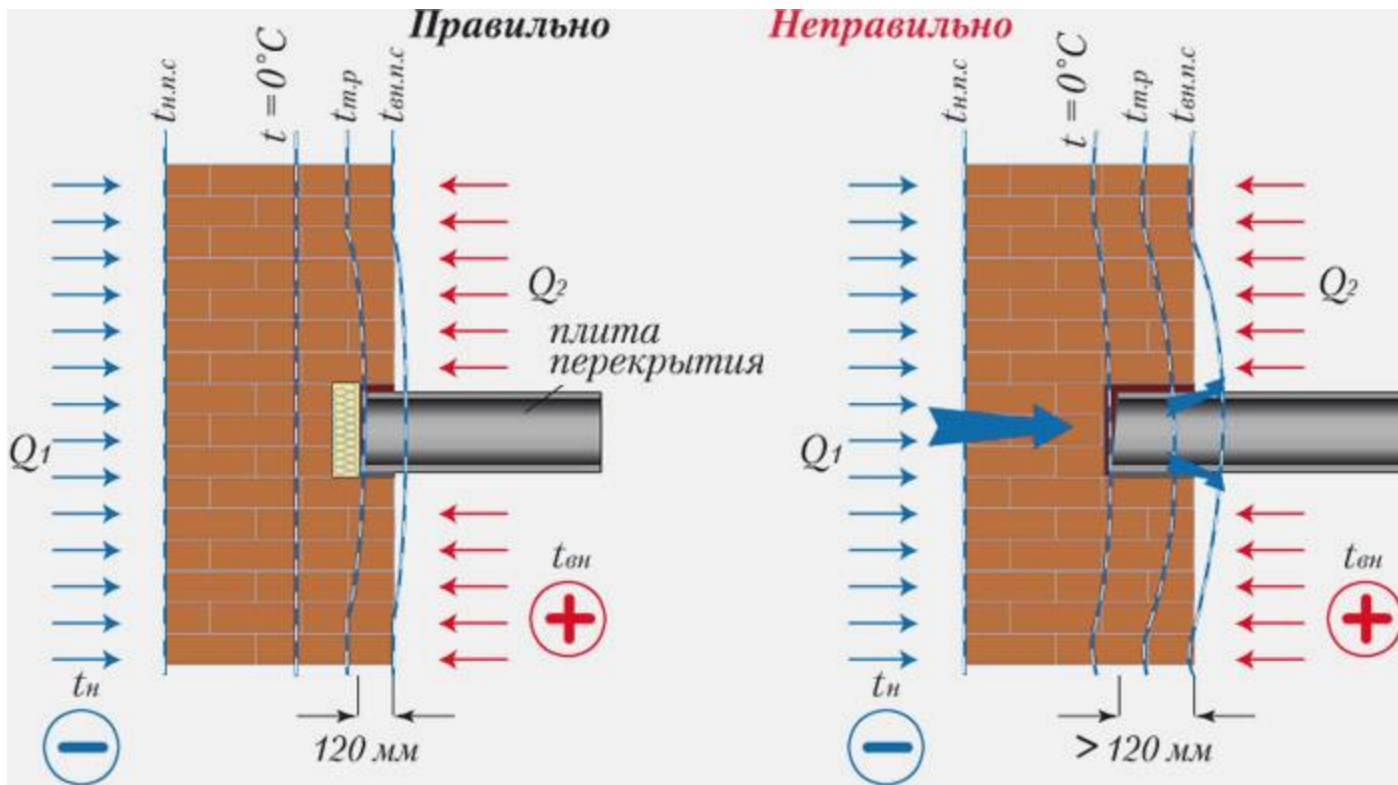
- Q - тепловой поток**
- $t_{вн}$ $t_{нв}$ - температура внутреннего и наружного воздуха**
- $t = 0^\circ\text{C}$ - изотерма нулевой температуры**
- $t_{н.п.с.}$ - изотерма температуры наружной поверхности стены**
- $t_{вн.п.с.}$ - изотерма температуры внутренней поверхности стены**
- $t_{т.р.}$ - изотерма температуры точки росы**



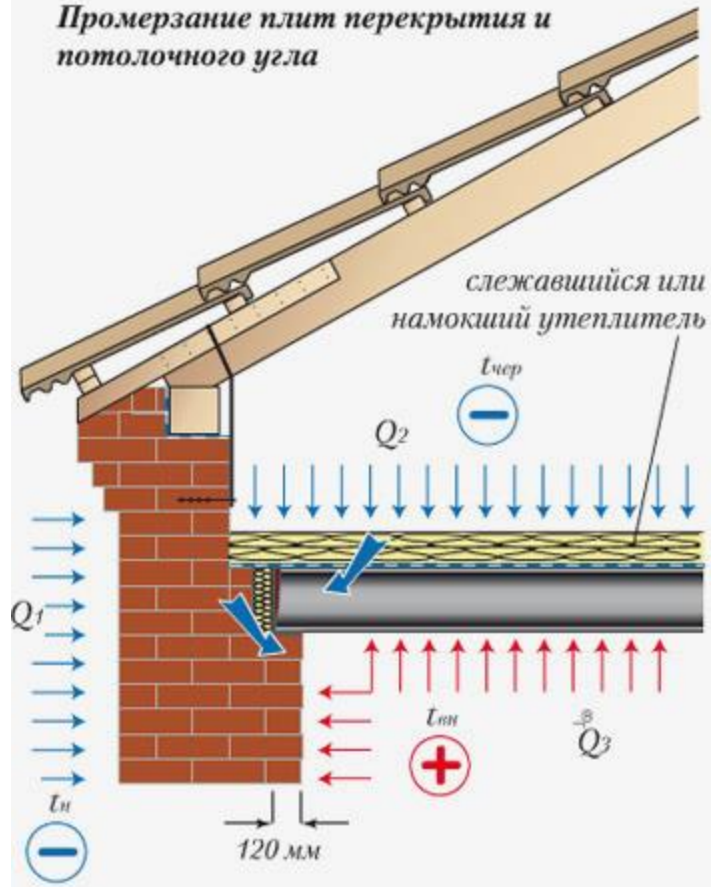
скашивание угла
штукатуркой

скашивание угла
материалом стены



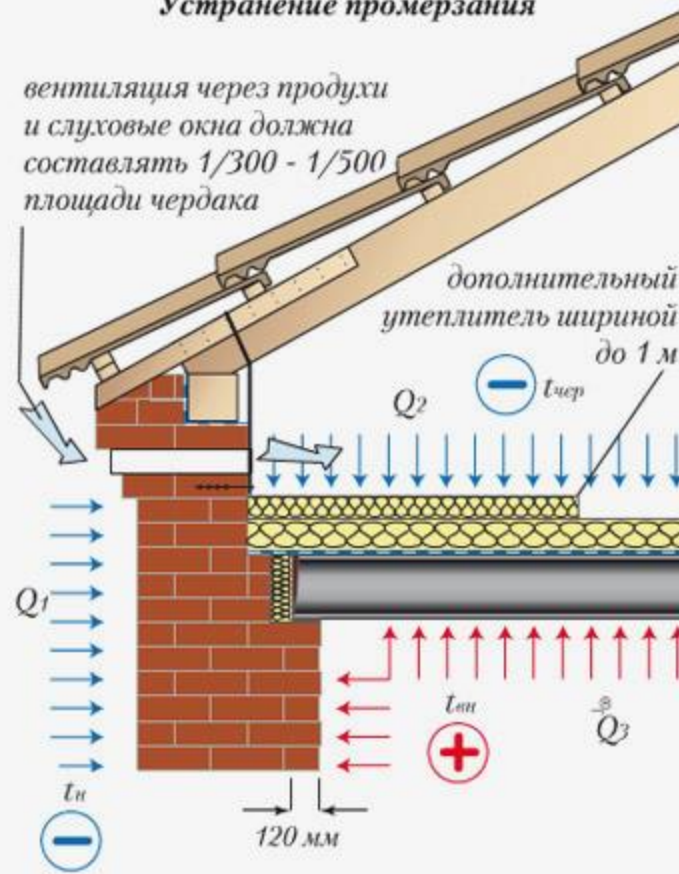


Промерзание плит перекрытия и потолочного угла

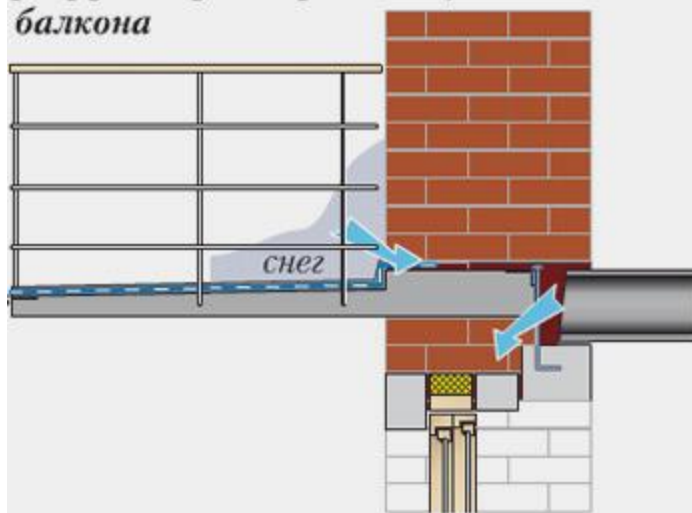


Устранение промерзания

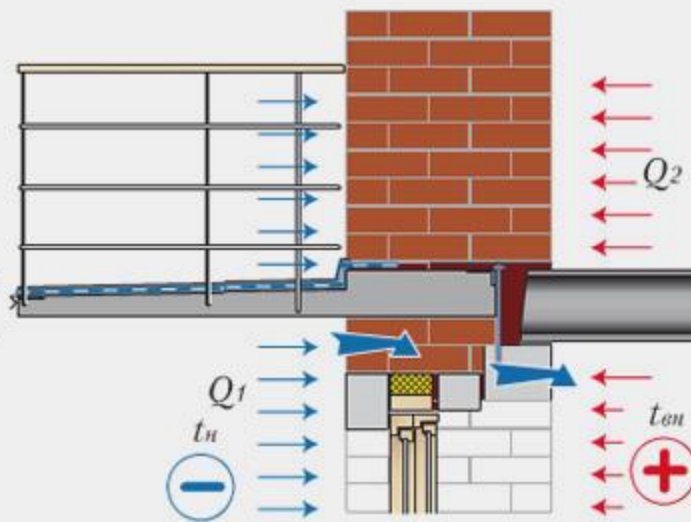
вентиляция через продухи и слуховые окна должна составлять 1/300 - 1/500 площади чердака

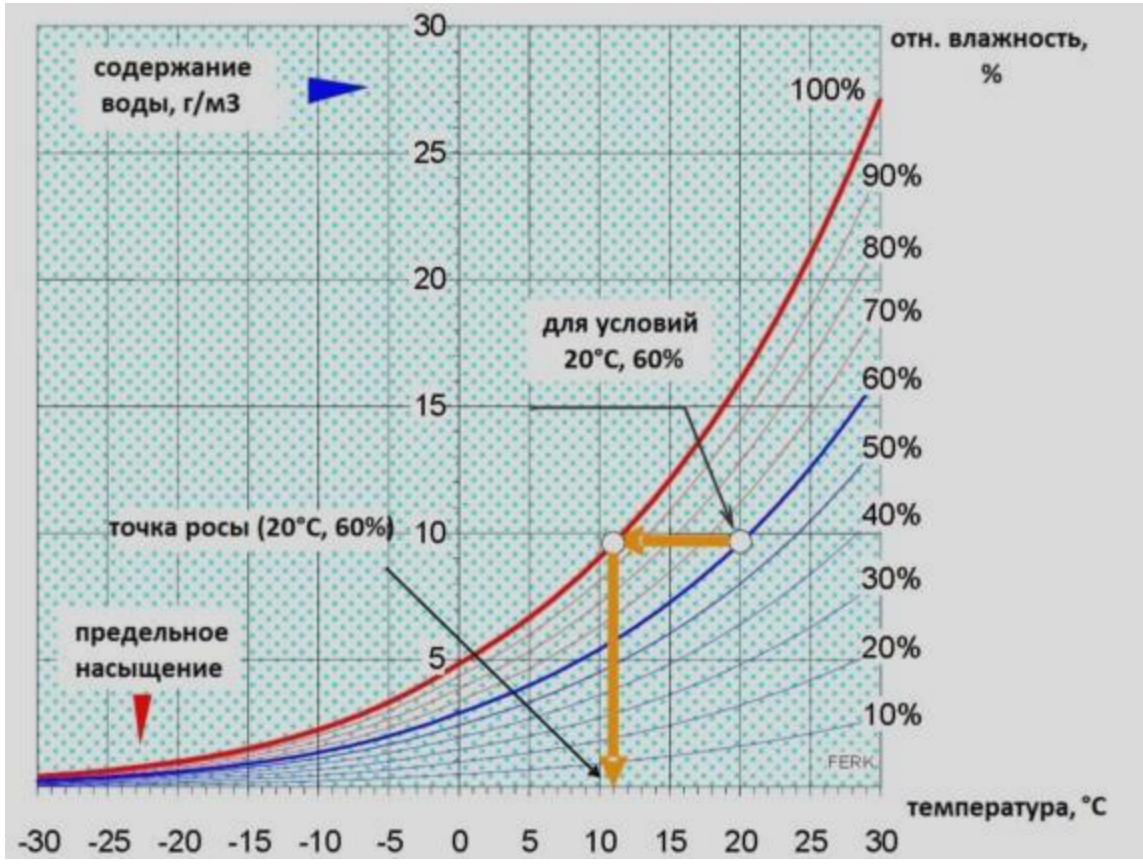


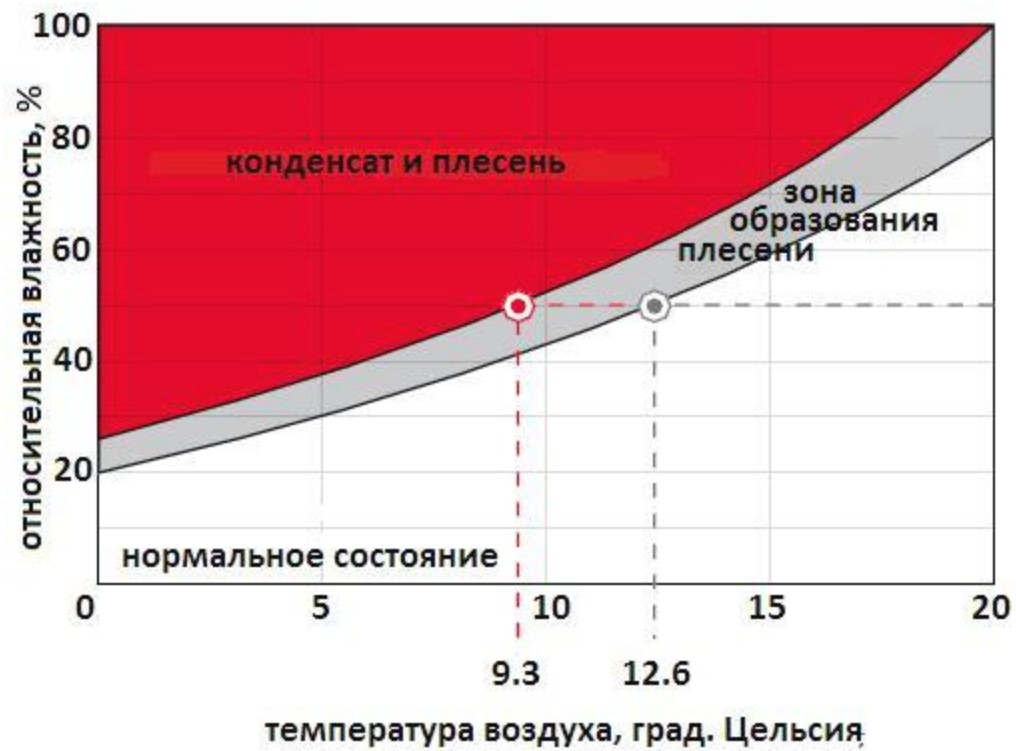
намокание стены через
разрушенную гидроизоляцию
балкона



промерзание намокнувшей стены







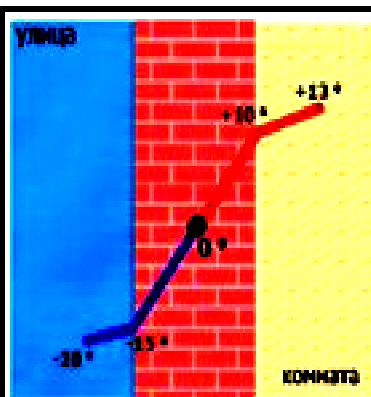
Выкопировка из таблицы М 1 ТКП 45-2.04-43-2006 изм. №4

Значения точки росы для различных значений температуры и относительной влажности воздуха фв, %, в помещении .

С°	Точка росы V_S в С° при относительной влажности воздуха φ %													
	30%	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%
30	10,5	12,9	14,9	16,8	18,4	20	21,4	22,7	23,9	25,1	26,2	27,2	28,2	29,1
29	9,7	12	14	15,9	17,5	19	20,4	21,7	23	24,1	25,2	26,2	27,2	28,1
28	8,8	11,1	13,1	15	16,6	18,1	19,5	20,8	22	23,2	24,2	25,2	26,2	27,1
27	8	10,2	12,2	14,1	15,7	17,2	18,6	19,9	21,1	22,2	23,3	24,3	25,2	26,1
26	7,1	9,4	11,4	13,2	14,8	16,3	17,6	18,9	20,1	21,2	22,3	23,3	24,2	25,1
25	6,2	8,5	10,5	12,2	13,9	15,3	16,7	18	19,1	20,3	21,3	22,3	23,2	24,1
24	5,4	7,6	9,6	11,3	12,9	14,4	15,8	17	18,2	19,3	20,3	21,3	22,3	23,1
23	4,5	6,7	8,7	10,4	12	13,5	14,8	16,1	17,2	18,3	19,4	20,3	21,3	22,2
22	3,6	5,9	7,8	9,5	11,1	12,5	13,9	15,1	16,3	17,4	18,4	19,4	20,3	21,1
21	2,8	5	6,9	8,6	10,2	11,6	12,9	14,2	15,3	16,4	17,4	18,4	19,3	20,2
20	1,9	4,1	6	7,7	9,3	10,7	12	13,2	14,4	15,4	16,4	17,4	18,3	19,2
19	1	3,2	5,1	6,8	8,3	9,8	11,1	12,3	13,4	14,5	15,3	16,4	17,3	18,2
18	0,2	2,3	4,2	5,9	7,4	8,8	10,1	11,3	12,5	13,5	14,5	15,4	16,3	17,2
17	0,6	1,4	3,3	5	6,5	7,9	9,2	10,4	11,5	12,5	13,5	14,5	15,3	16,2
16	-1,4	0,5	2,4	4,1	5,6	7	8,2	9,4	10,5	11,6	12,6	13,5	14,4	15,2
15	-2,2	0,3	1,5	3,2	4,7	6,1	7,3	8,5	9,6	10,6	11,6	12,5	13,4	14,2
14	-2,9	-1	0,6	2,3	3,7	5,1	6,4	7,5	8,6	9,6	10,6	11,5	12,4	13,2
13	-3,7	-1,9	-0,1	1,3	2,8	4,2	5,5	6,6	7,7	8,7	9,6	10,5	11,4	12,2
12	-4,5	-2,8	-1	0,4	1,9	3,2	4,5	5,7	6,7	7,7	8,7	9,6	10,4	11,2
11	-5,2	-3,4	-1,8	-0,4	1	2,3	3,5	4,7	5,8	6,7	7,7	8,6	9,4	10,2
10	-6	-4,2	-2,6	-1,2	0,1	1,4	2,6	3,7	4,8	5,8	6,7	7,6	8,4	9,2

Для промежуточных показателей не указанных в таблице определяется средняя величина

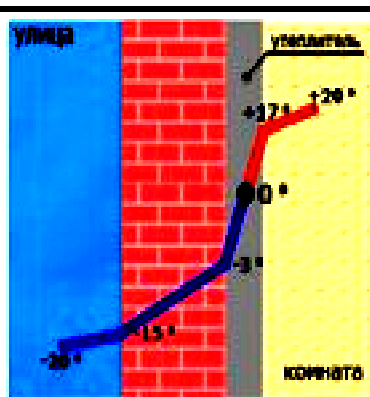
teploodom1.ru



Утепление стен не выполнено

1. Стены подвержены воздействию перепадов температуры.
2. Точка росы находится внутри стены, что ведет к образованию конденсата и постепенному разрушению конструкции.
3. Потери тепла могут достигать до 80%.

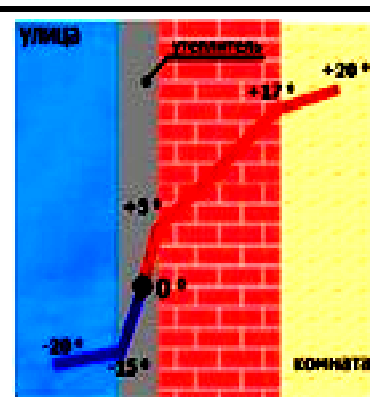
Значительная потеря тепла происходит через стены здания.



Утепление стен выполнено внутри помещения

1. Стены не сохраняют и не накапливают тепло, подвержены промерзанию и воздействию перепадов температур.
2. Между внутренней стеной и теплоизолирующим слоем возникает зона конденсации водяного пара.
3. Точка росы выведена за пределы стены, но при этом из-за разницы температур между теплоизоляцией и стеной образуется влага, что может привести к возникновению грибкового налёта.
4. Стена находится в отрицательных температурах.

Теплопотери сокращаются незначительно.



Утепление стен выполнено снаружи помещения

1. Стены не подвержены перепаду температур, сохраняют тепло.
2. Точка росы выведена во внешний теплоизолирующий слой, благодаря чему исключена возможность образования конденсата, стена остаётся сухой

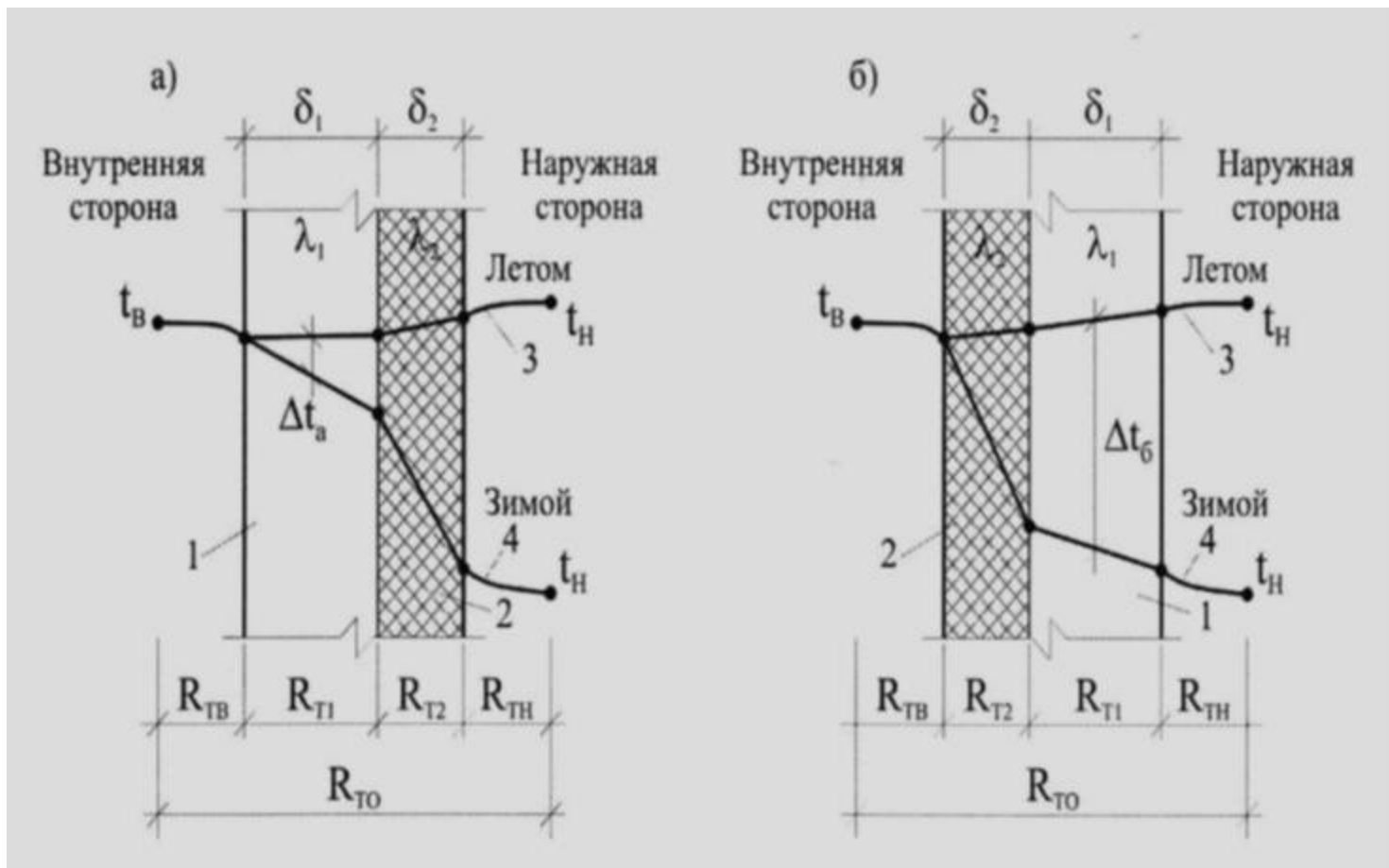
Значительно сокращены теплопотери.

На следующем слайде приведены кривые распределения температур по сечению стены утепленной снаружи и внутри для летних и зимних условий.

В случае (а) перепад температур в несущей конструкции Δt_a между летом и зимой будет небольшим. Несущая конструкция в этом случае работает почти в постоянном температурном режиме и имеет низкие температурные деформации.

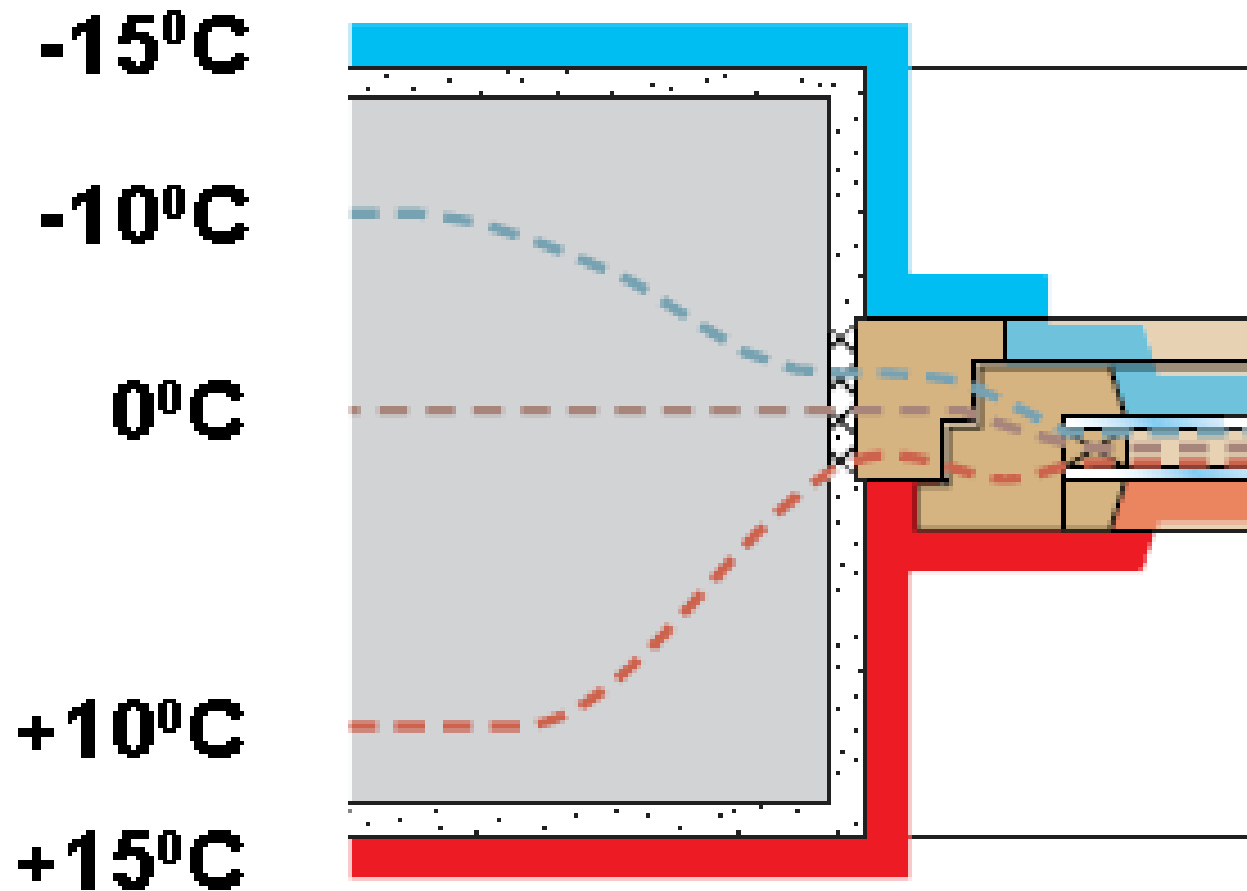
В случае (б) перепад температур в несущей конструкции «зима – лето» - Δt_b будет значительно больше, следовательно, больше будут температурные деформации несущих конструкций и выше – вероятность появления трещин в зданиях.

Таким образом, с точки зрения снижения температурных деформаций в несущих конструкциях и снижения вероятности появления трещин в зданиях, теплоизоляционный слой следует располагать с наружной стороны ограждающей конструкции. Конструкционный слой выполняется, как правило, из плотных материалов, обладающих высокой тепловой инерцией D . Эти слои медленно нагреваются при воздействии тепловой волны и медленно остывают



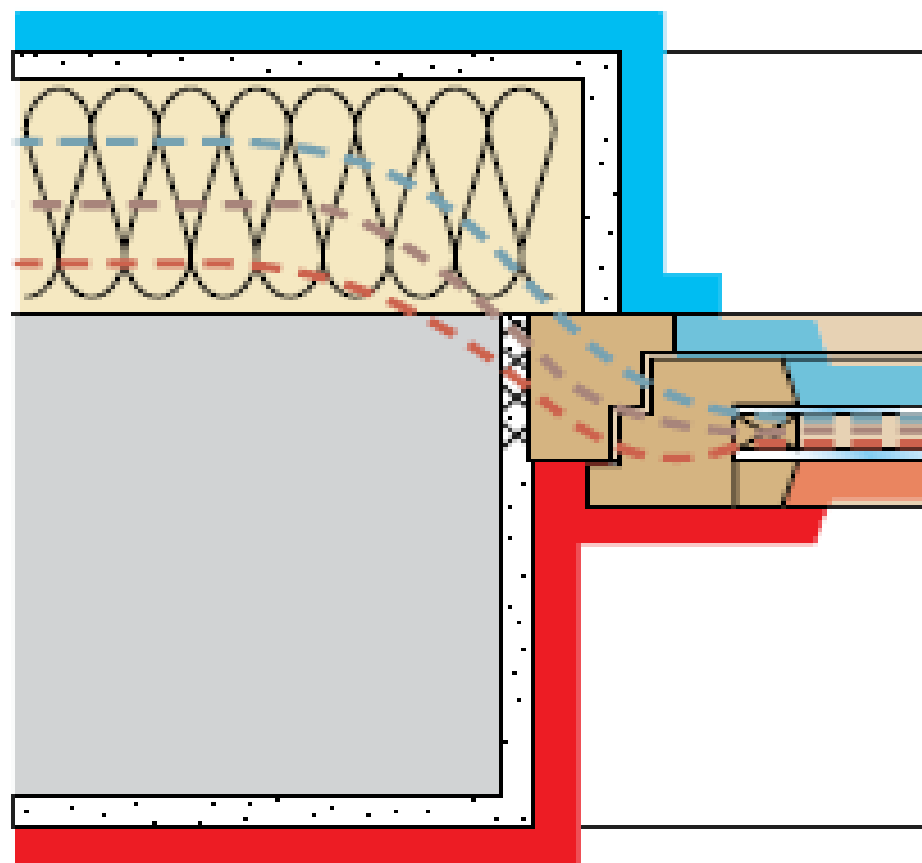
. Распределение температур в двухслойной наружной стене с различным расположением несущих (1) и теплоизоляционных (2) слоев, летом (3) и зимой (4):

а) теплоизоляционный слой расположен снаружи стены; б) – внутри; δ_1 и δ_2 – толщины, а λ_1 и λ_2 – коэффициенты теплопроводности слоев; Δt_a и Δt_b – перепад температур в несущем слое стены от зимы к лету



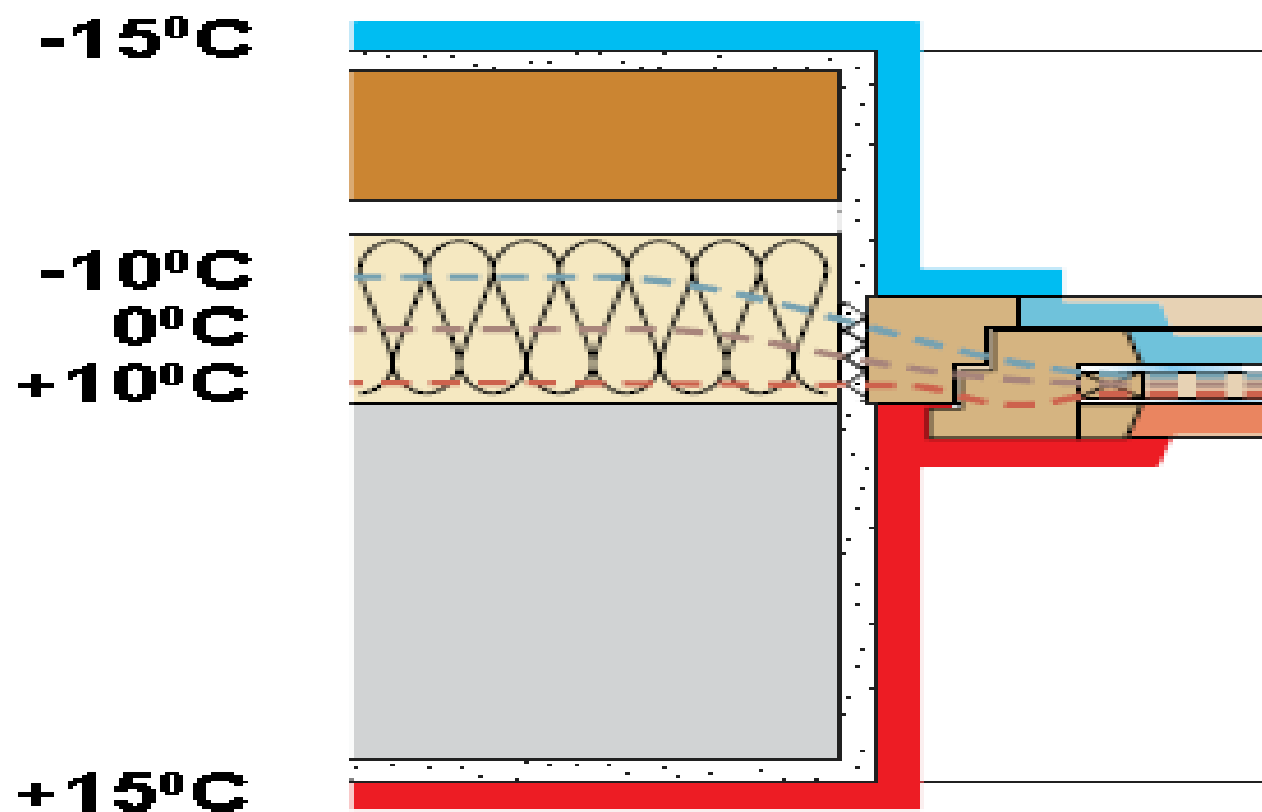
Расположение окна в ОДНОСЛОЙНОЙ стене - на половине ее толщины

-15°C
-10°C
0°C
+10°C

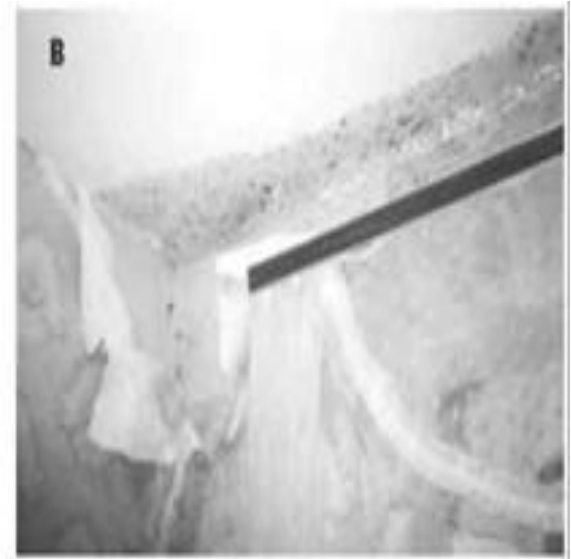


+15°C

**Расположение окна в ДВУХСЛОЙНОЙ
стене - непосредственно за утеплителем**

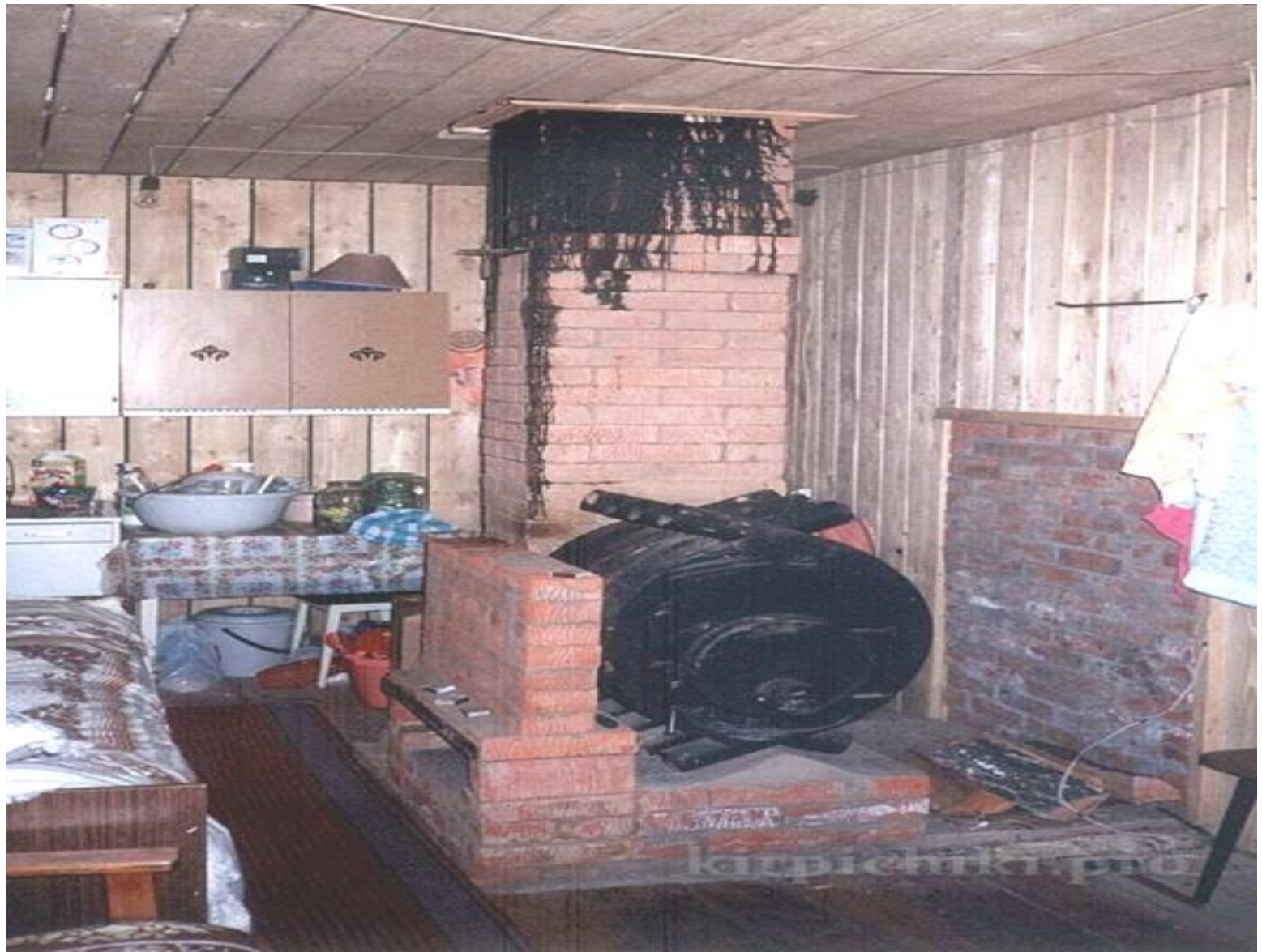


Расположение окна в ТРЕХСЛОЙНОЙ стене - в плоскости утеплителя



- . Внешний вид оконных блоков в помещениях с повышенной влажностью воздуха.
- а – выпадение конденсата по всей площади остекления;
- б – отслоение шпаклевки оконных откосов;
- в – выпадение капельного конденсата на поверхности наружных стен и плит перекрытий.

- При оптимальных условиях работы печи (температура отходящих газов при входе 120—140°, при выходе из устья трубы — 100—110°) и прогретой дымовой трубе водяные пары уносятся вместе с дымовыми газами наружу. При температуре на внутренней поверхности дымовой трубы ниже температуры точки росы газов, водяные пары охлаждаются и оседают на стенках в виде мельчайших капель. Если это повторяется часто, кирпичная кладка стен дымовых каналов и трубы пропитывается влагой и разрушается, а на наружных поверхностях трубы и стенках печи появляются черные смолистые отложения. При наличии конденсата резко ослабевают тяга, в помещениях ощущается запах гари.



Недостатки, вызывающие повреждение паркета.

- Сырой черный пол или отсутствие гидроизоляции.
- Отсутствие системы осушения при наличии повышенной влажности в помещении.
- Недостаточный размер расширительного зазора. .
- Неправильная процедура приклеивания или нанесения клея, отсутствие клея или его недостаточное количество.
- При прибивании короткие концы дощечек не приклеивались соответствующим образом.
- Недостаточное удаление излишков клея.
- Черный пол не соответствовал требованиям, предъявляемым к максимальному отклонению от плоскости.

Вздутие паркета.



- **Металлы**, практически не обладающие гигроскопичностью, на воздухе подвержены коррозии, интенсивность которой зависит также и от влажности воздуха. Низкая влажность гарантирует низкую интенсивность коррозии. У железа коррозия практически отсутствует при относительной влажности до 40–45 %. Незначительная коррозия железа начинается при повышении относительной влажности от 40–45 % до 60–70 % (так называемого «критического» значения влажности). Выше этого значения скорость коррозии железа резко увеличивается (по логарифмической зависимости), и происходит быстрое разрушение металла. Эти явления графически проиллюстрированы на рис. 1. Значения «критической» влажности зависят от природы металла и от наличия примесей в атмосфере, например, при наличии даже малых количеств газообразных реагентов (в первую очередь, SO_2 , а также SO_3 , NO_x и др.) «критическая» влажность воздуха для железа и многих других металлов существенно снижается.

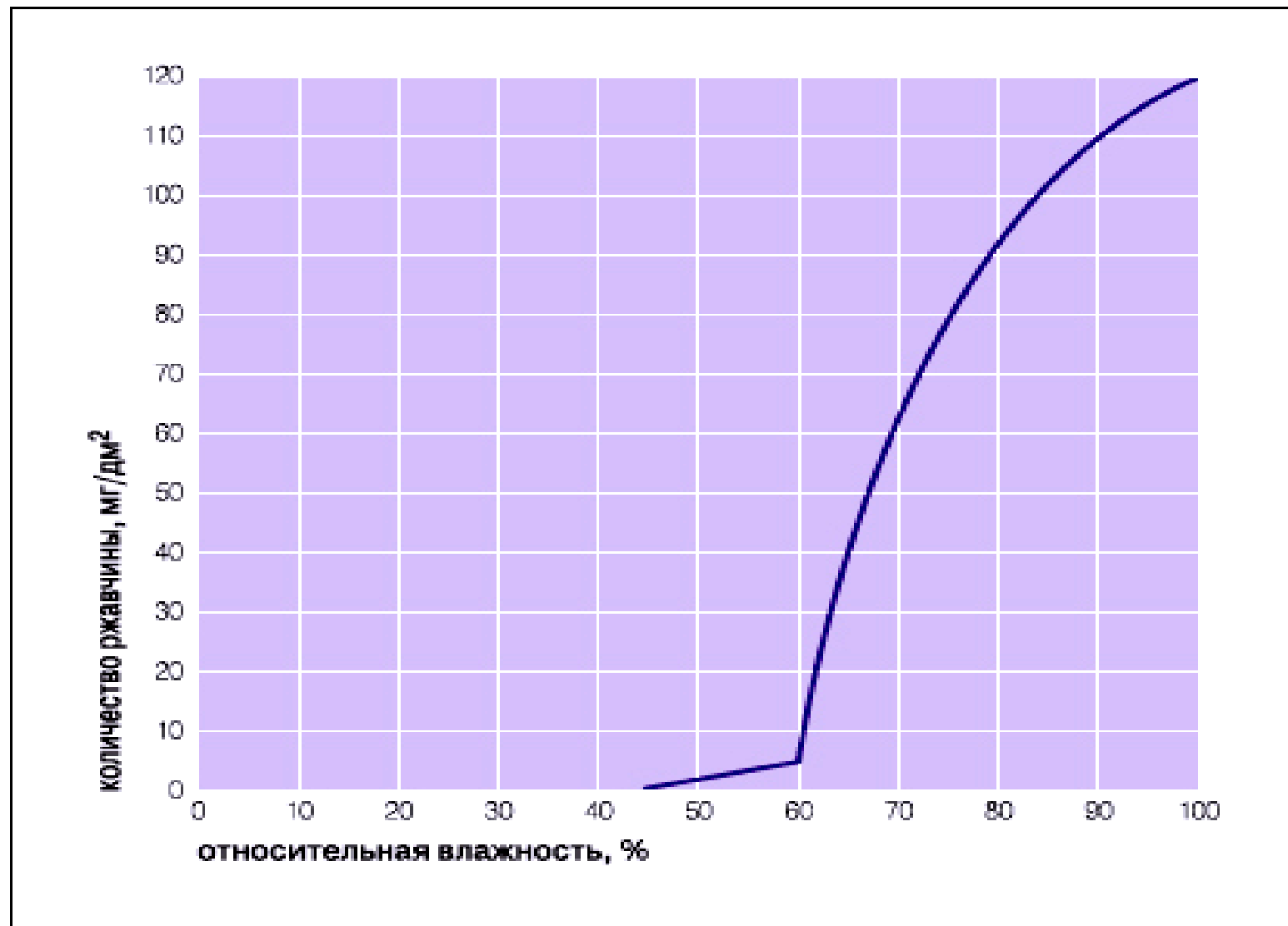


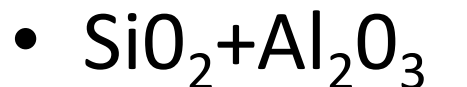
Рис. 1. Влияние относительной влажности чистого воздуха на скорость коррозии железа (кривая Аррениуса)

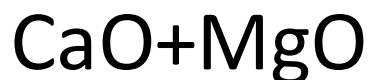
Теплоизоляционные материалы

Теплоизоляционные материалы из неорганического сырья



Модуль кислотности **минваты**, то есть соотношение:





- должен быть более 1,2. В этом случае [минеральная вата](#) приобретает необходимую термостойкость, водостойкость и устойчивость к грибкам

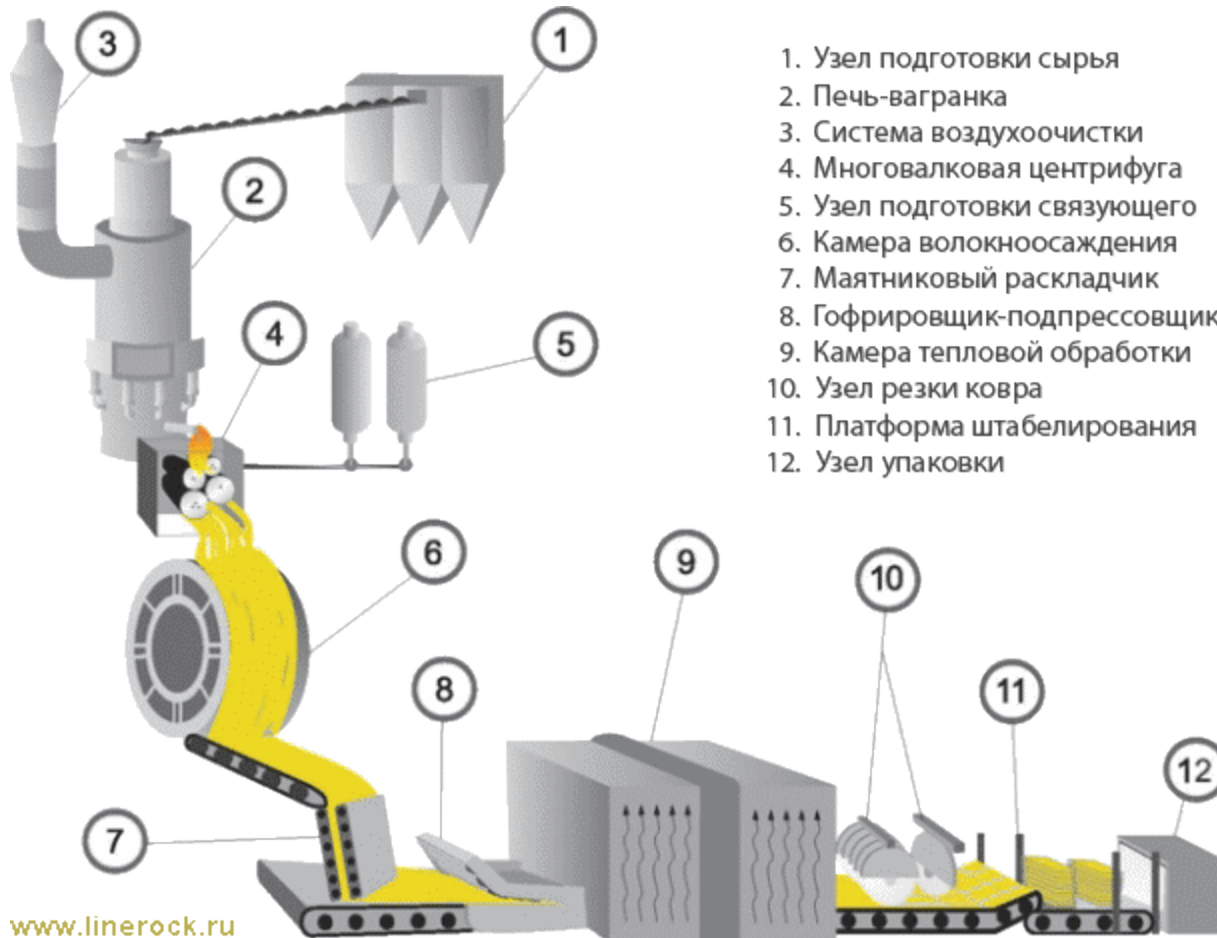
Преимущества минеральной ваты:

- Хорошие теплоизолирующие свойства.
- Практически не впитывает влагу (при попадании влаги тут же ее отдает, главное – обеспечить вентиляцию).
- Морозостойкая.
- Может служить дополнительной звукоизоляцией.
- Не горит.
- Долговечная.
- Стабильность физических и химических характеристик.
- Не подвержена гниению.
- Высокая паропроницаемость.

Недостатки:

- Недостаточная прочность (особенно вдоль волокон).
- Требуется пароизоляции.
- Требуется гидроизоляции.
- Фенолформальдегид – токсичное связующее вещество.
- Требуется специальной утилизации.

Технология производства минеральной ваты.



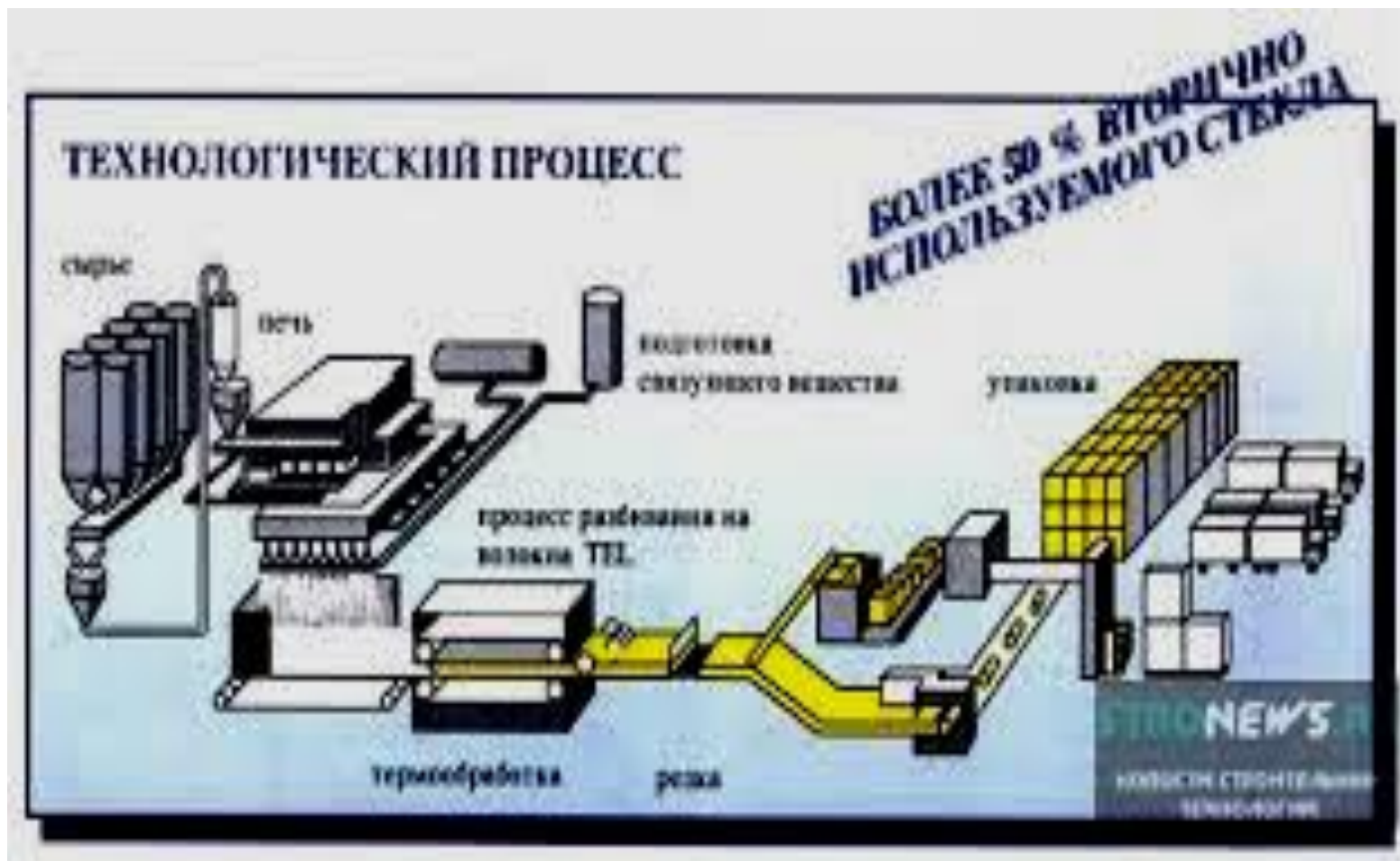
Стекловолоконная вата

представляет собой волокно, которое по технологии получения и свойствам имеет много общего с минеральной ватой.

Для получения стекловолокон используют то же самое сырье, что и для обычного стекла, или отходы стекольной промышленности. Непрерывное стекловолокно получают методом вытягивания через фильеры. Штапельное волокно получают из расплавленной стекломассы способами вертикального раздува паром или воздухом, центробежным, центробежно-фильерно-дутьевым, раздувом первичных непрерывных стеклянных волокон потоком раскаленных.

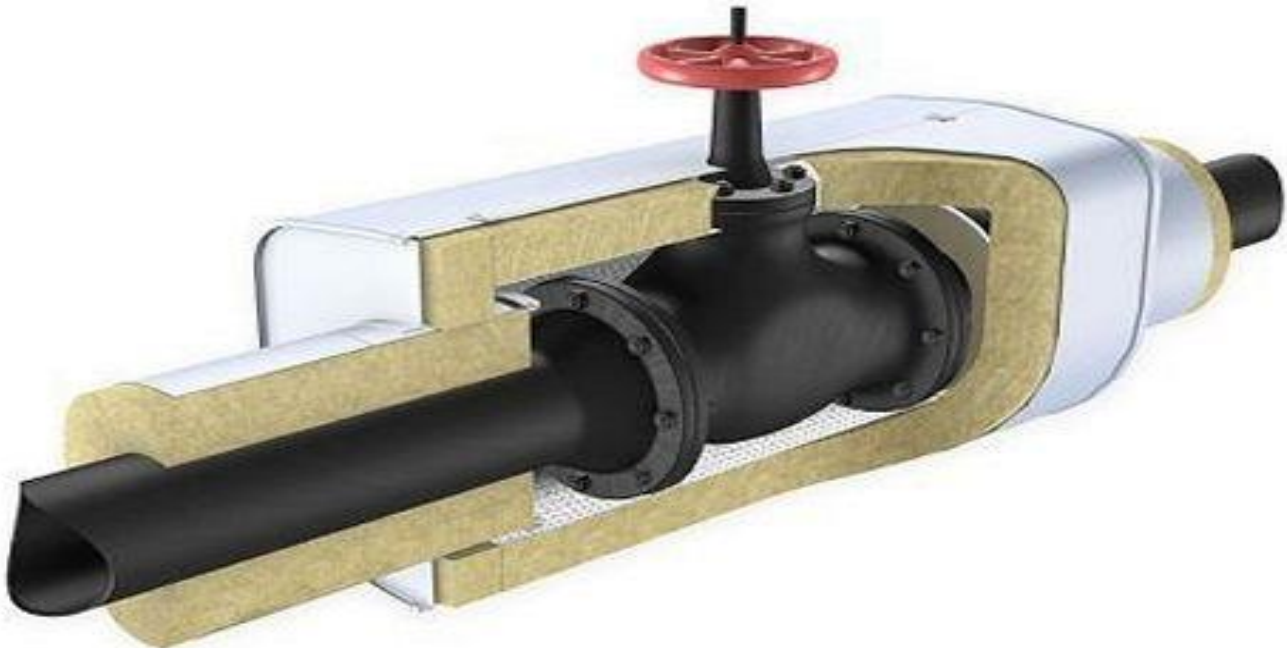
Основное отличие стекловаты от минеральной ваты состоит в длине волокон, т. к. у стекловаты волокна в несколько раз длиннее, чем у минеральной ваты. Этим объясняется повышенная упругость изделий из стеклянного волокна, позволяющая транспортировать спрессованный материал (по сравнению с первоначальным объемом в 4 раза) в виде рулонов или упаковок. В развернутом виде материал быстро восстанавливает свой первоначальный объем и форму непосредственно после вскрытия упаковки. Стекловолокнистые материалы выпускаются как в рулонах, так и в виде жестких плит, выдерживающих значительные нагрузки. Жесткие плиты, облицованные стекловолокном, являются хорошей ветрозащитой. По длинным сторонам плит возможно соединение в шпунт и гребень, что обеспечивает надежное крепление и отсутствие зазоров. Стоимость сырья для стекловаты *выше* чем для минеральной ваты. Экономически выгоднее производить стекловату меньшим объемным весом.

Технология производства стекловаты

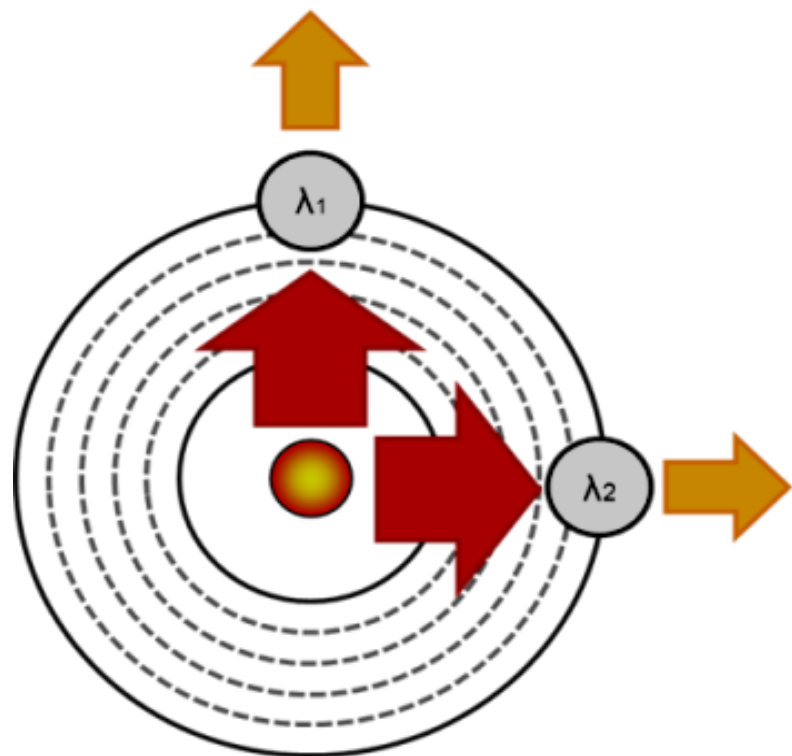


Техническая изоляция



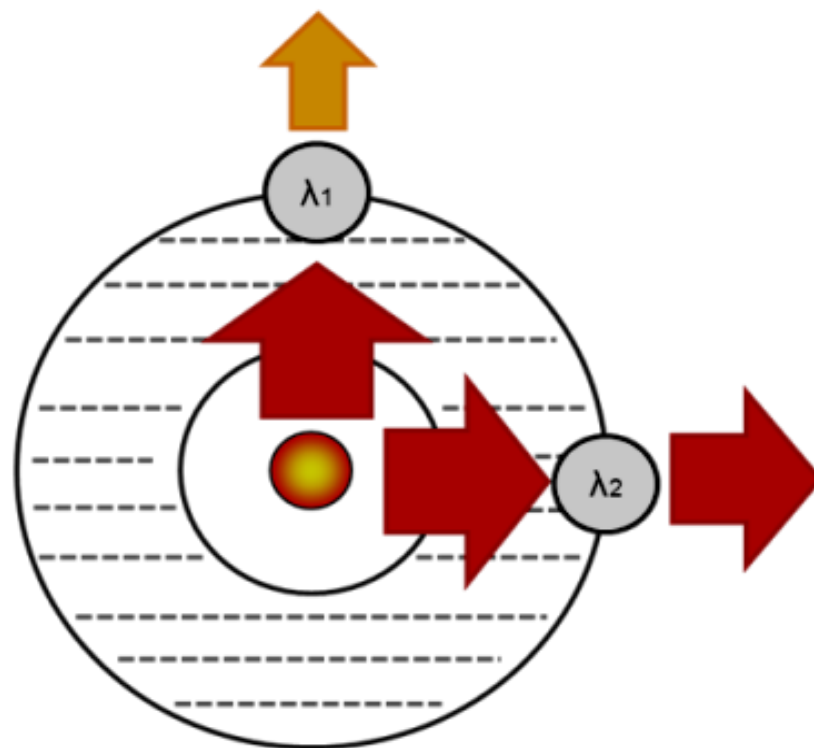


Навивной цилиндр



$$\lambda_1 = \lambda_2$$

Вырезной цилиндр



$$\lambda_1 \neq \lambda_2$$

Пеностекло (ячеистое стекло) производится из стеклянного порошка путем его спекания с газообразователями. Воздух занимает 80 – 95 % материала.



Преимущества пеностекла:

- Прочное. Можно вбивать гвозди.
- Водостойкое.
- Морозостойкое.
- Не горит.
- Не подвержено гниению.
- Долговечное.

Недостатки:

- Не паропроницаемый утеплитель.
- Дорогое.

Перлит – вулканическая порода. При нагревании увеличивается в несколько раз, из-за чего процесс производства напоминает создание попкорна. Используется для теплоизоляции с середины прошлого века.



Преимущества перлита:

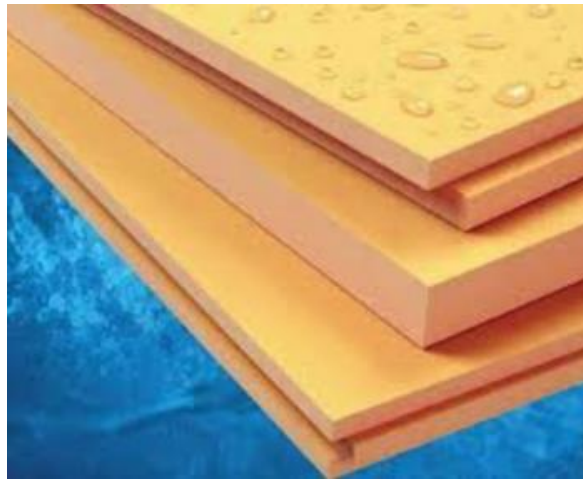
- Экологически чистый материал.
- Не горит.
- Не поглощает влагу.
- Не оседает.
- Устойчив к гниению и влиянию патогенной флоры
- Прост в использовании (можно засыпать или задувать в пустоты).
- Утилизируется компостированием (улучшает качества почвы).

Недостатки:

Может высыпаться из пустот во время прокладки в стенах труб или кабелей

Полимерная теплоизоляция.

Пенопласты



Область применения пенополистирола в строительстве ограничивается его горючестью. Сегодня в строительстве применяются трудновоспламеняемые и самозатухающие марки пенополистирола. Такие пенополистиролы содержат специальные добавки - антипирены, подавляющие самостоятельное горение, которое, в этом случае, наблюдается только в прямом контакте с открытым пламенем. Если контакт с открытым пламенем прекращен, прекращается и горение пенополистирола.

Пенополистирол не может долго противостоять воздействию ультрафиолетовых лучей. В результате длительного (около двух месяцев) солнечного облучения поверхность становится коричневой и постепенно превращается в пыль. Перед отделкой пенополистирол должен быть тщательно очищен от такой пыли.





Противопожарные рассечки

Материал	Плотность, кг/м ³	Расход энергии, МДж/кг
Стекланная вата	17,5	19,5
Каменная вата	30,0	11,3
Экструзионный пенополистирол		75,1
Обычный пенополистирол		72,4
Пенополиуретан		98,0

Расход энергии на изготовление эффективных теплоизоляционных материалов

Справка. Энергоемкость бетона – 1,3; кирпича -2,5; стекло -15,9.

В 2002 г. в Европейском Союзе утверждена директива "Энергетические характеристики зданий" (Directive 2002/91/EC of the European Parliament and of the Council of 16 December 2002 on the energy performance of buildings / Official Journal of the European Communities, 2003). Согласно этому документу, при тепловой модернизации зданий следует обеспечивать нормальный микроклимат помещений и в то же время достигать экономической эффективности.

Одной из гарантий этого служит достаточное и безопасное утепление наружных ограждающих конструкций зданий. Причем оно должно выполняться на основе теплоизоляционных материалов, на производство которых затрачивается **минимальное** количество энергии. Многие зарубежные специалисты полагают, что новые требования по энергосбережению и соблюдению экологического баланса приведут к снижению потребления пенополистирола в строительстве (некоторые данные о расходе энергии на изготовление эффективных утеплителей приведены в табл.)⁸³

приведены в табл.)⁸³

Пожар во Владивостоке - горит пенополистирол наружного утепления.



Теплоизоляционные материалы из органического сырья

Бумага используется для утепления с середины прошлого столетия. Такие материалы представляют собой гранулы, полученные из газет и другой макулатуры. Для задувания этих гранул в пустоты в стенах необходима помощь специалистов.



Лен используется в качестве утеплителя довольно редко, в основном теми, кто заботится об окружающей среде и своем здоровье. Причина не повсеместного распространения материалов из льна — высокая цена. Хотя со временем прогнозируют ее снижение.

Преимущества льняных утеплителей:

- Превосходные изоляционные качества.
- Не требуют дополнительной пароизоляции.
- Утилизируются сжиганием или компостированием.
- Абсолютно натуральные.
- Устойчивы к грибкам и микроорганизмам.

Недостатки:

- Трудно режутся.

Необходима дополнительная противопожарная защита

Керамзит - лёгкий пористый строительный материал, получаемый путём обжига легкоплавкой глины.



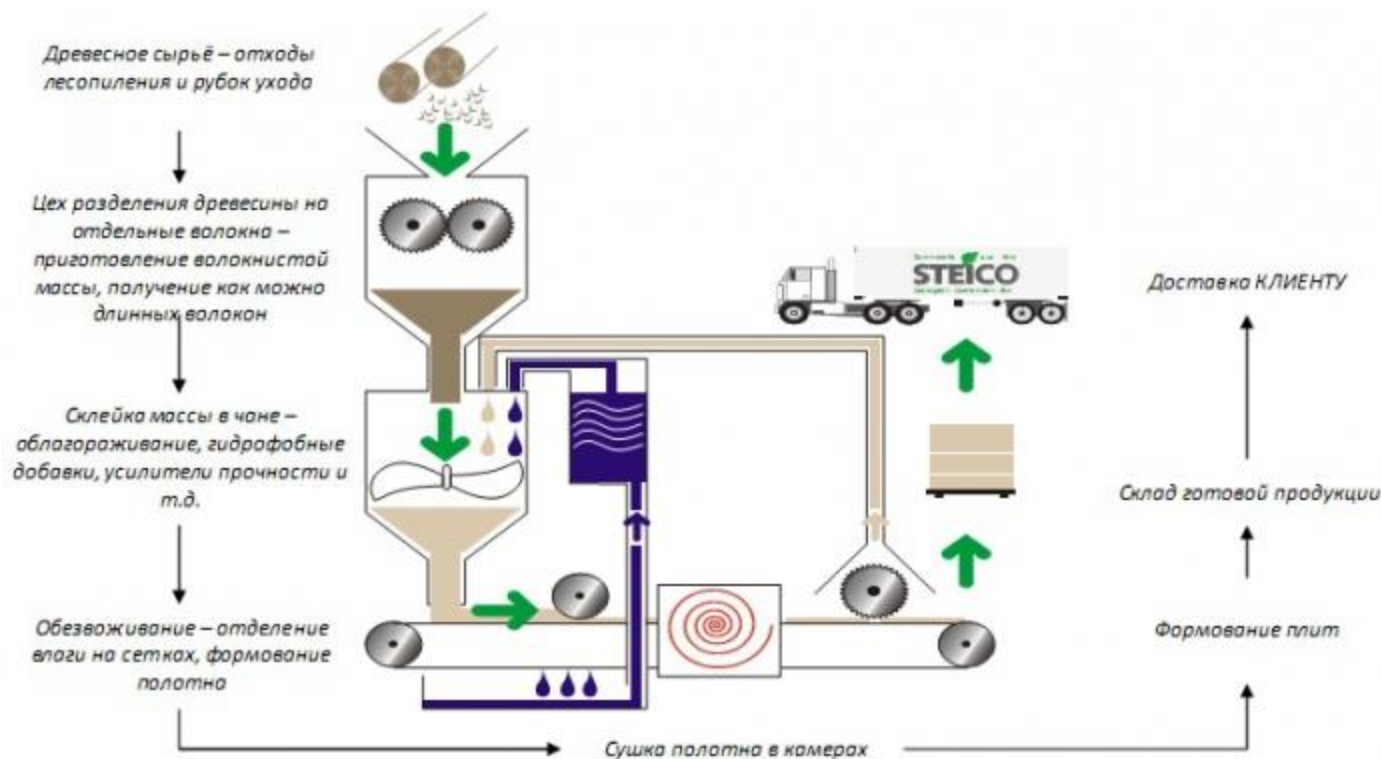
Требования к сырью для производства керамзита

- ✘ Для изготовления керамзита пригодны легкоплавкие глины, суглинки и глинистые сланцы, способные вспучиваться при обжиге.
 - + **Химический состав** таких пород: SiO_2 – 50-55%; Al_2O_3 – 15-25%; CaO – менее 3%; MgO – менее 4%; $(\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{FeO})$ – 3,5-10,0%; $(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})$ – 3,5-5,0%. При этом в них не должно содержаться более 30% песчаных и пылеватых частиц и более 1-2% тонкодисперсных органических примесей.
- ✘ Керамзитовое сырье должно иметь
 - + **коэффициент вспучиваемости** (отношение объема вспученной гранулы к объему сырцово́й) не менее 2.
 - + **температуру обжига** не выше 1250 °С.
 - + **интервал вспучивания** не менее 50 °С.

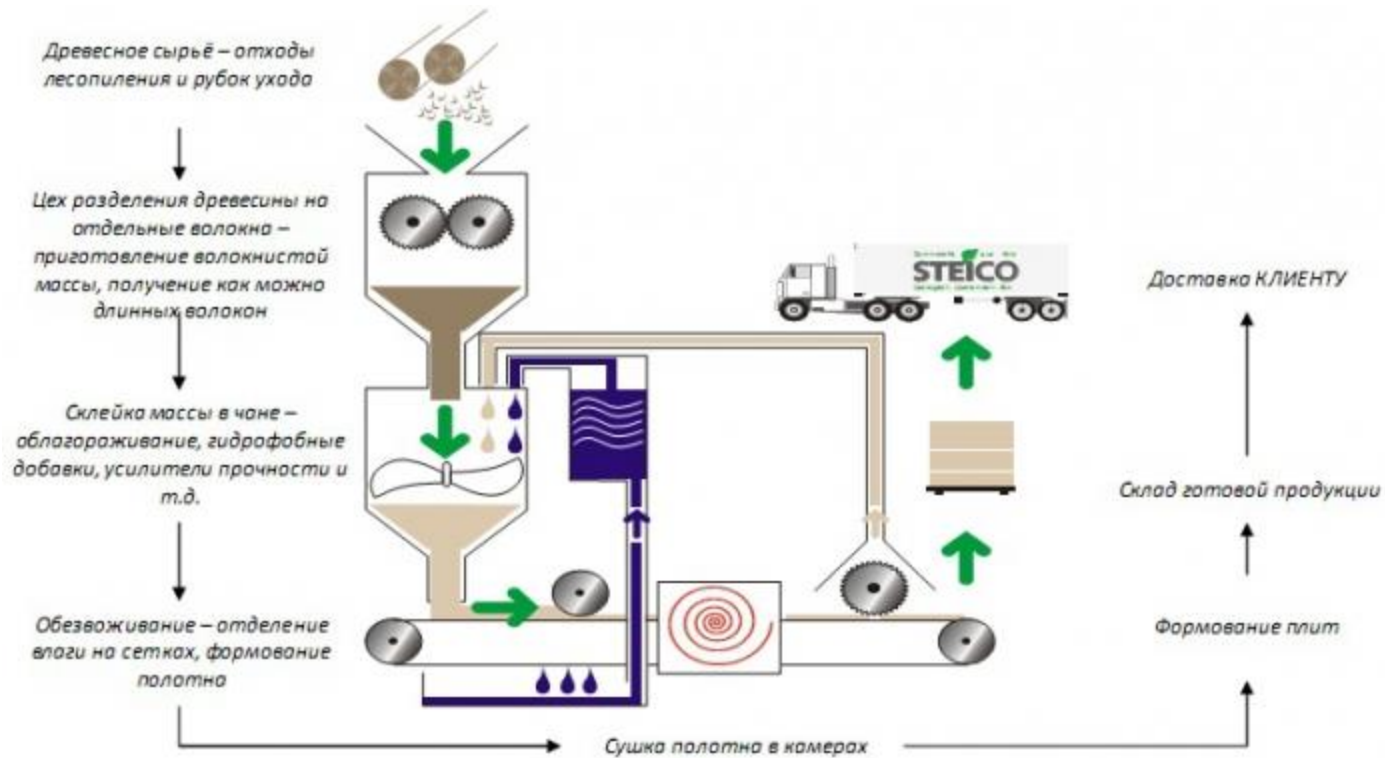
Теплоизоляция из древесины.



Мокрый способ



Сухой способ



Пробковая теплоизоляция производится из коры пробкового дуба без использования синтетических веществ. Пробка является еще одним абсолютно натуральным утеплителем, как и лен.



Спасибо за внимание