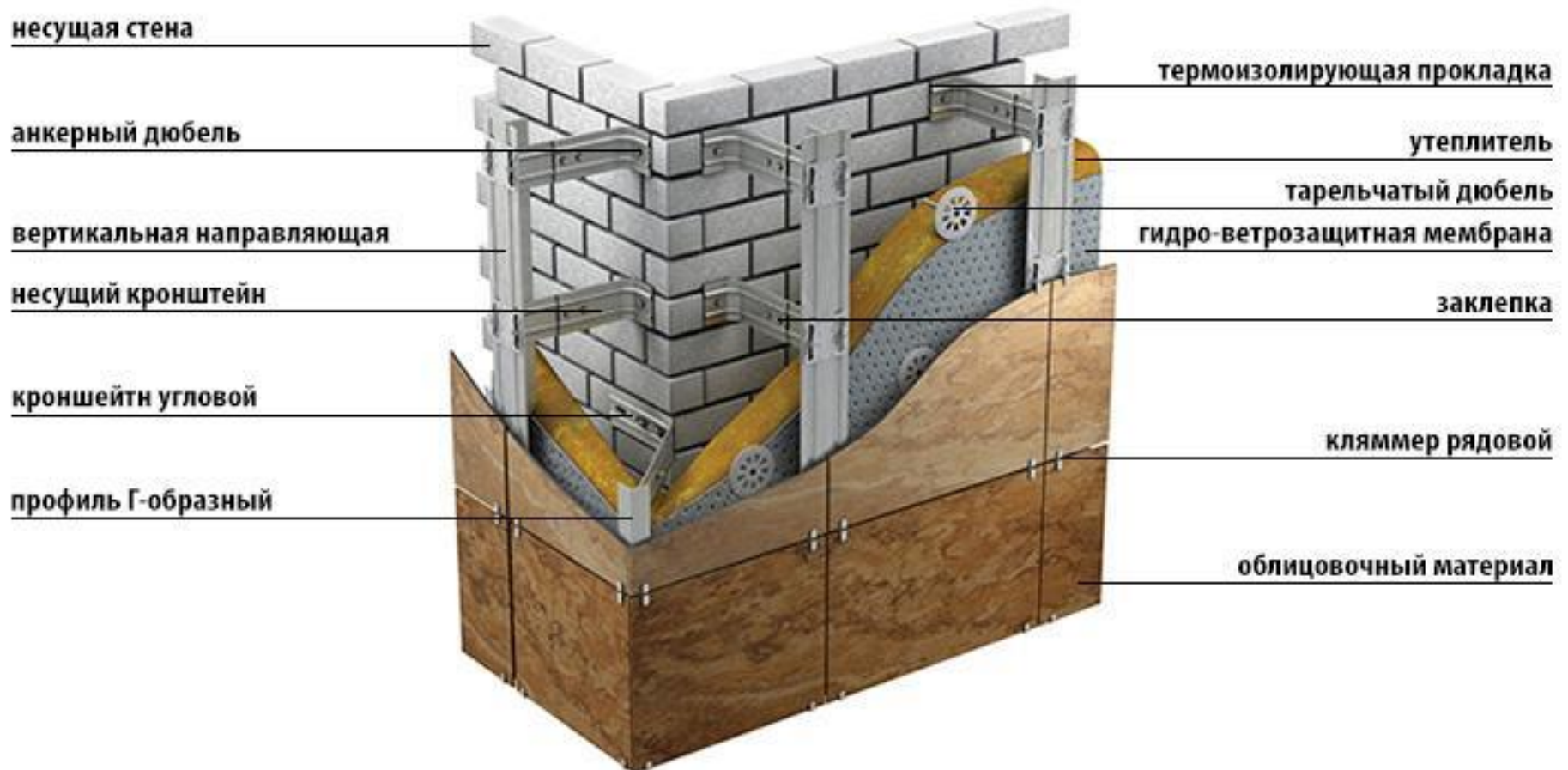




Лекция 8

ВЕНТИЛИРУЕМЫЕ ФАСАДЫ

Конструкция вентилируемого фасада



Навесная фасадная система (НФС) с вентилируемой воздушной прослойкой

Облицовка из керамогранита



кляммер

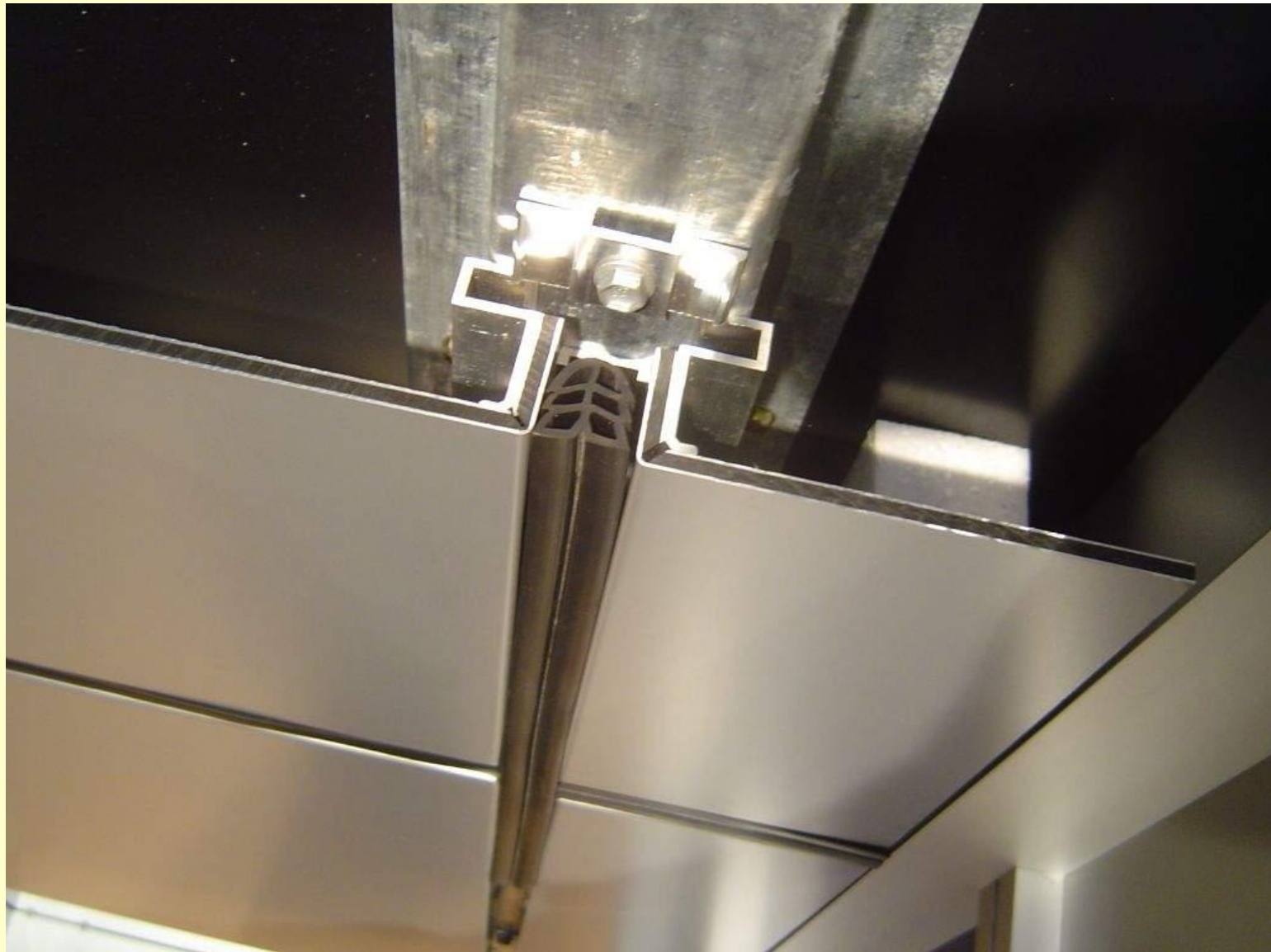
Облицовка из алюминиевых композитных панелей (АКП)



АКП – многослойный материал, состоящий из двух слоев алюминиевого сплава и внутреннего полимерного слоя (наполнителя).

Наполнитель представляет собой композицию полимерных материалов, антипиреновых и технологических добавок, различающихся по своему составу и свойствам.

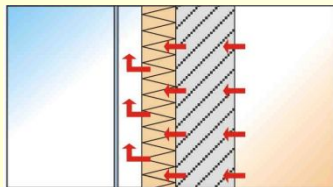
Облицовка из алюминиевых композитных панелей (АКП)



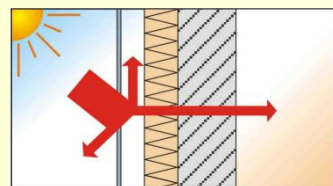
Вентилируемые фасады

Преимущества

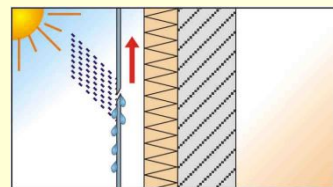
- Испарение влаги из утеплителя



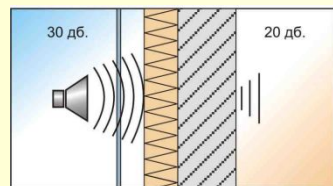
- Повышение теплоустойчивости стен



- Защита от атмосферной влаги



- Снижение уровня шума



- Оригинальный внешний вид здания
- Высокая технологичность: не требуется предварительная подготовка поверхности

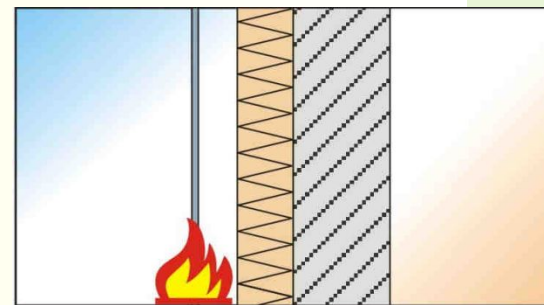
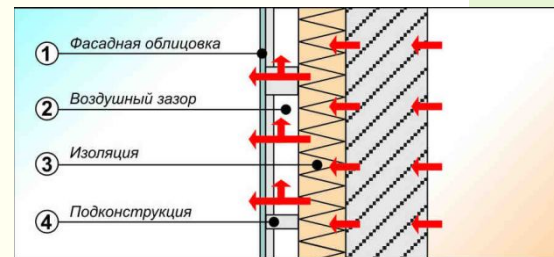
Недостатки

- Проходящий через стену воздух отнимает у неё тепло, увеличивая теплоотдачу ограждения

- Элементы крепления облицовки и утеплителя представляют собой мостики холода

- При попадании искр в вентилируемый зазор возможно быстрое развитие пожара

- Высокая стоимость
- Срок службы ?

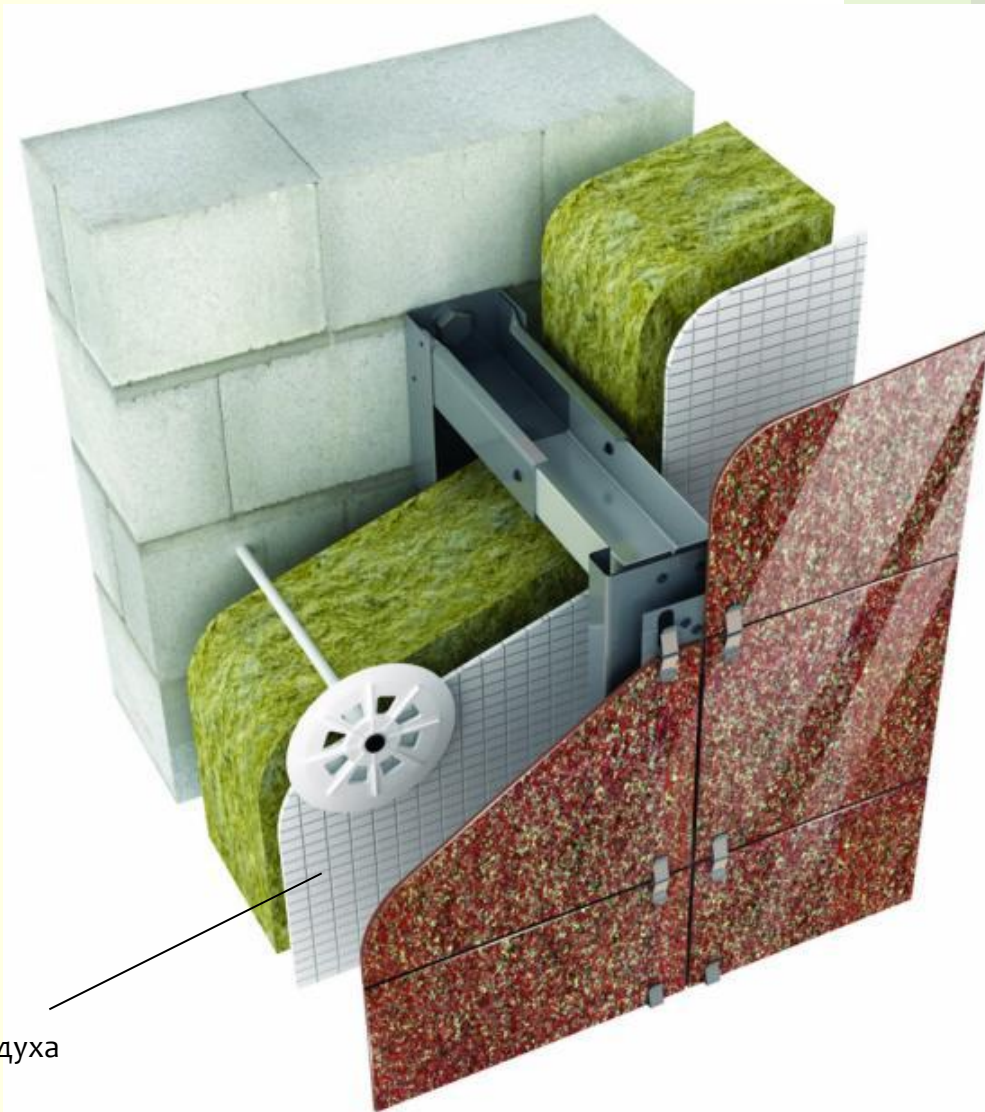



Вентилируемые фасады



Кронштейн с теплоизоляционной подкладкой

Ветрогидрозащитная плёнка (диффузионная мембрана), защищает утеплитель от продольной фильтрации воздуха и от увлажнения атмосферной влагой





**Пожары на объектах
с применением НФС с воздушным зазором**

22 июля 2007 г. Пожар в административно-жилом комплексе «Атлантис-2» (Владивосток)



Несоблюдение требований по ограничению использования в конструкции фасада горючих материалов приводит к быстрому распространению пламени и образованию высокотоксичных продуктов горения, которые наносят огромный вред здоровью людей и состоянию окружающей среды.

30 мая 2006 г. Пожар в 35-этажном административно-офисном комплексе «Транспорт-тауэр» (Астана, Казахстан)



Применяемые в качестве каркаса облицовки фасада алюминиевые профили при пожаре быстро теряют своё конструктивное назначение. Падающие элементы конструкций представляют серьёзную опасность для людей, особенно в высотных зданиях.



06 апреля 2007 г. Пожар в административном здании «Дукат Плейз III» (Москва, ул. Гашека)



К моменту прибытия первых пожарных подразделений к месту вызова, в 14 ч 14 мин, происходило открытое горение фасада здания с уровня 8-го этажа, огонь быстро распространился по фасаду преимущественно в верхнюю часть здания и на крышу. В 15 ч 15 мин пожар был ликвидирован.



Строящееся здание не было подключено к водоснабжению. Доставка воды осуществлялась автоцистернами. Однако в данном случае даже работающая система пожаротушения была бы мало эффективна, поскольку рассчитана на тушение огня внутри здания, а не снаружи.

Пожар уничтожил или повредил до 90 % площади фасадной системы теплоизоляции и облицовки здания.

(Москва, ул. Ивана Бабушкина, 10)



03 апреля 2013 г. Горит высотка «Олимп» комплекса «Грозный-Сити»



03 апреля 2013 г. Горит высотка «Олимп» комплекса «Грозный-Сити»



03 апреля 2013 г. Горит высотка «Олимп» комплекса «Грозный-Сити»



03 апреля 2013 г. Горит высотка «Олимп» комплекса «Грозный-Сити»



03 апреля 2013 г. Горит высотка «Олимп» комплекса «Грозный-Сити»



Поскольку здание еще не было введено в эксплуатацию, все средства автоматической защиты были не работоспособны, водоснабжение еще также не подключено, поэтому взять достаточного количества воды для тушения огня было чрезвычайно сложно.

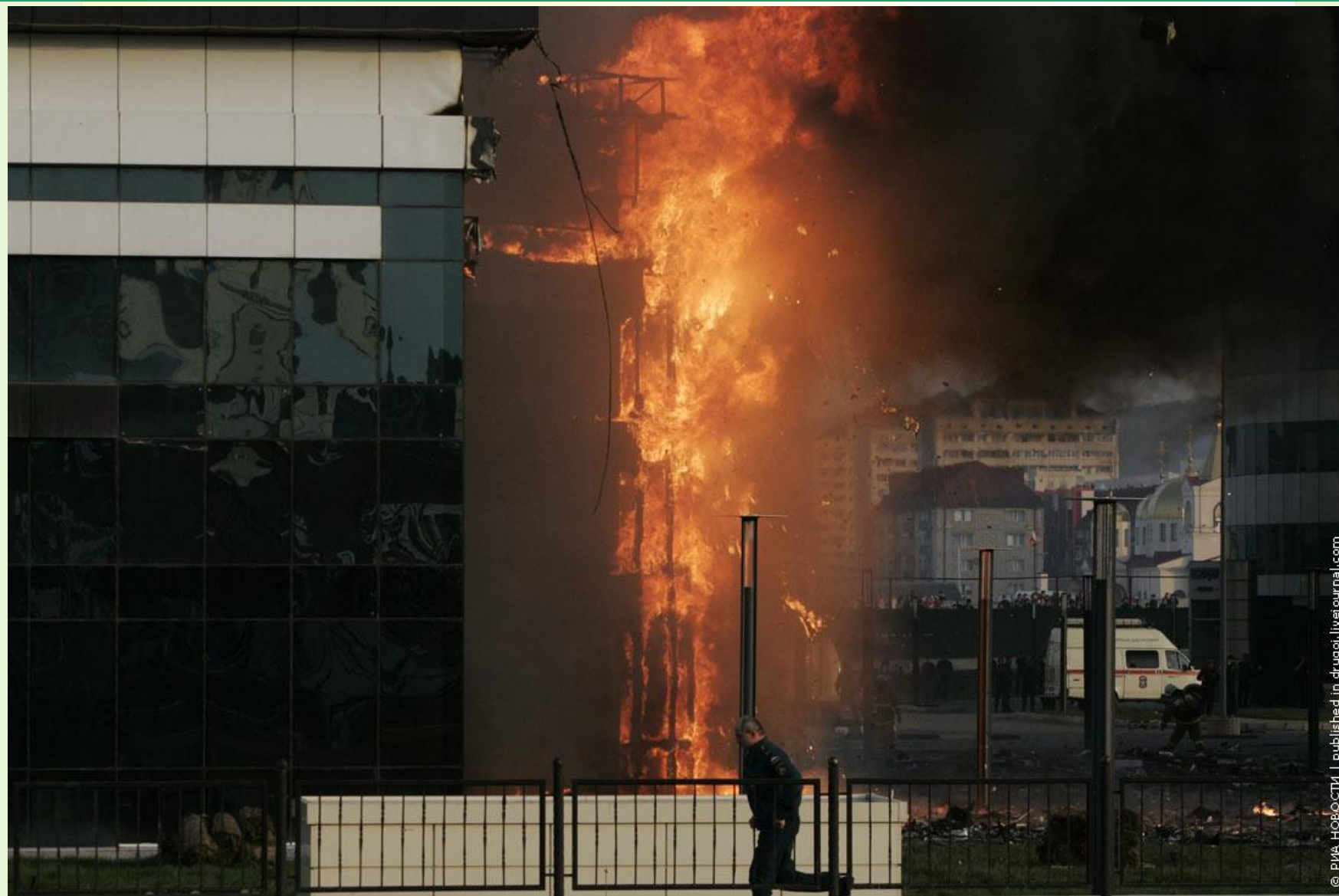
Начиная с третьего этажа в здании было сильное задымление, поэтому без специальных средств защиты пожарные там находиться не могли, пояснил замминистра МЧС России.

Пожарные могли максимально подняться на уровень 20-го этажа, после чего у них в баллонах заканчивался воздух.

03 апреля 2013 г. Горит высотка «Олимп» комплекса «Грозный-Сити»



03 апреля 2013 г. «Грозный-Сити». Предполагаемый очаг пожара



После семи часов "тушения" фасад погас сам





 RIANOVA51

«Грозный-Сити» после пожара





Утеплитель оказался несгораемым, а влаговетрозащитная пленка была сгораемой



«Грозный-Сити» после пожара



«Грозный-Сити» после пожара



«Грозный-Сити» после пожара





SUPER
COOL
PICS.COM

HD





SUPER
COOL
PICS.com
HD



SUPER
COOL
PICS.com
HD

Новый вариант обложки



kadyrov_95 ·
The Grozny 89250902104-контактный номер для СМС!!!
<http://www.twitter.com/RKadyrov>

389 photos · 102,184 followers · 42 following

Follow



2,879 likes

kadyrov_95 · 1h
Ну что ж, друзья! Я полностью согласен с вами! Из 1000 проголосовавших больше половины выбирает средний вариант. Уверен, он удачно впишется в архитектурный ансамбль Нашего прекрасного города!
#Chechnya#Grozny#GroznyCity#

4m
aslambek71
Grozny budet damim krasivim gorodom mira dalmuklah

4m
fati366
@donvlaso Ну естественно...

3m
abuezidov
Третий лучше был. Как во всем мире! Это однообразие

3m
zama095
@kadyrov_95 тхо рез дух Рамзан)))вай цхан дух далмукляхь.дал сий дойл ше мехках дог мел лоцчух.

1m
neugomonnly431
@donvlaso нечего было нас 15 лет бомбить !

To add a comment, please sign in.



Температурно-влажностный режим НФС с воздушным зазором

Коэффициент теплотехнической однородности

6 кронштейнов на 1 м² □ коэффициент
теплотехнической однородности не более 0,5



$$R_0^{\text{пр}} = R_0^{\text{усл}} \cdot r \leq R_0^{\text{тр}}$$

$$r \leq 1,0; \quad r = 0,65 \dots 0,95$$

Приведённое сопротивление теплопередаче

$$R_0^{(\text{red})} = R_0 \cdot r \leq R_0^{\text{req}}$$

где r – коэффициент теплотехнической
однородности;

R_0 – сопротивление теплопередаче, найденное без
учёта теплопроводных включений;

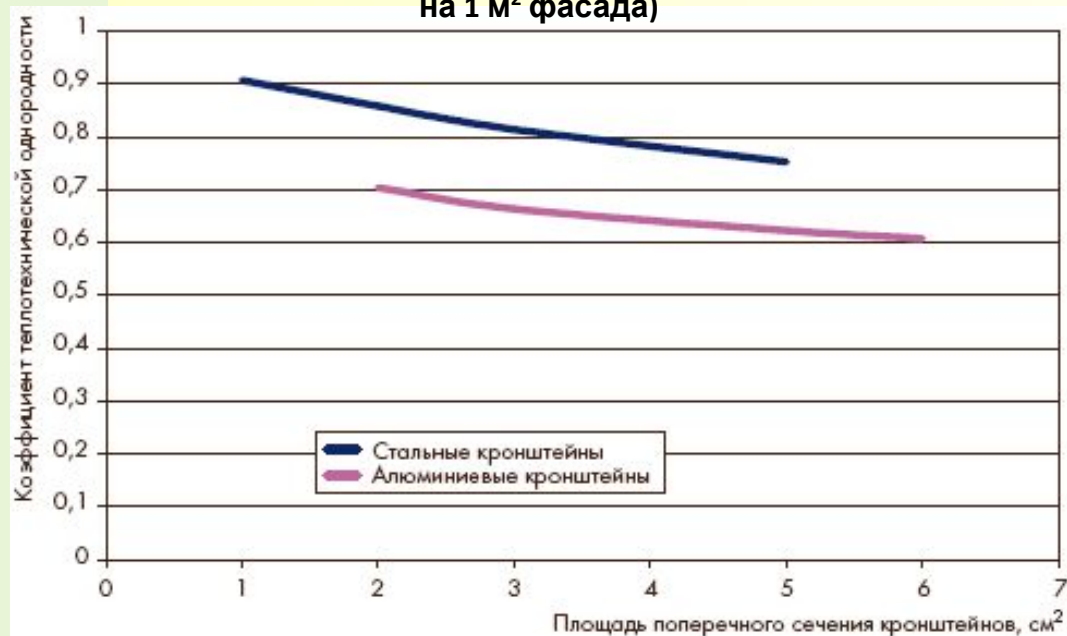
R_{req} – нормируемое сопротивление теплопередаче.



10 кронштейнов на 1 м² □ коэффициент
теплотехнической однородности не более 0,5

Коэффициент теплотехнической однородности

Зависимость коэффициента теплотехнической однородности от площади поперечного сечения кронштейнов (при двух кронштейнах на 1 м² фасада)



(по данным В.Г. Гагарина)

Процессы переноса в конструкции с вентилируемым воздушным зазором



Движение воздуха в прослойке может возникнуть под действием теплового напора (в вертикальных и наклонных конструкциях) или под действием ветрового напора.

При действии теплового напора скорость движения воздуха в зазоре зависит от разности его средней температуры t_0 и температуры снаружи t_{ext} :

$$v = \sqrt{\frac{0,08 \cdot H \cdot (t_0 - t_{ext})}{\xi}}$$

где H – высота прослойки (расстояние между входными и выходными вентиляционными отверстиями), м;

ξ – сумма местных аэродинамических сопротивлений течению воздуха на входе, на поворотах и на выходе из прослойки, Па.

Температура воздуха в зазоре зависит от коэффициентов теплообмена α_0 на его поверхностях.

Коэффициенты теплообмена в зазоре α_0 зависят от скорости движения воздуха, его температуры и температуры поверхностей.

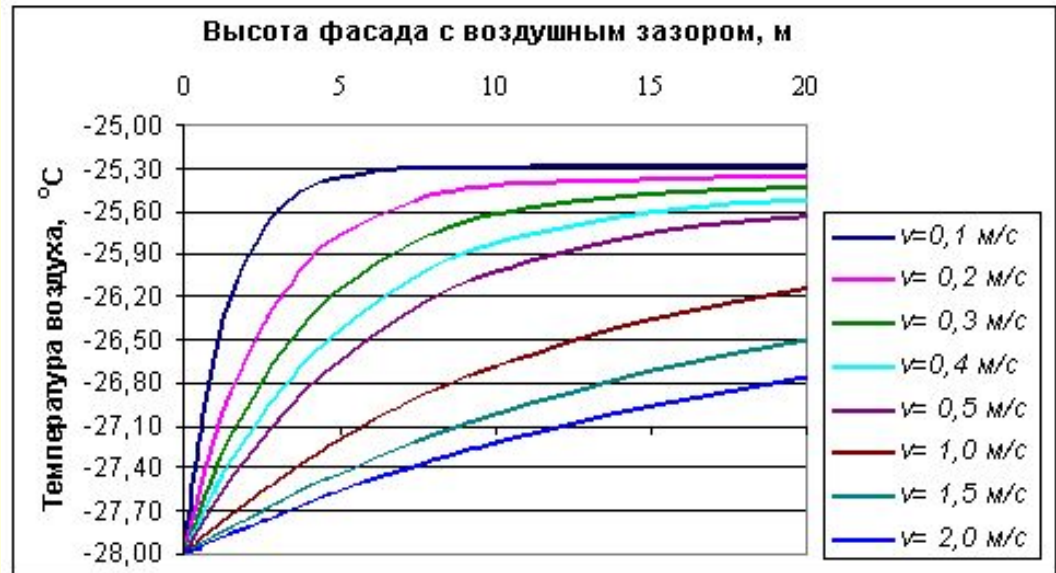
Нелинейная взаимосвязь параметров приводит к необходимости применения метода последовательных приближений.

Вентилируемые фасады

Изменение температуры по высоте воздушного зазора при различных скоростях движения воздуха v

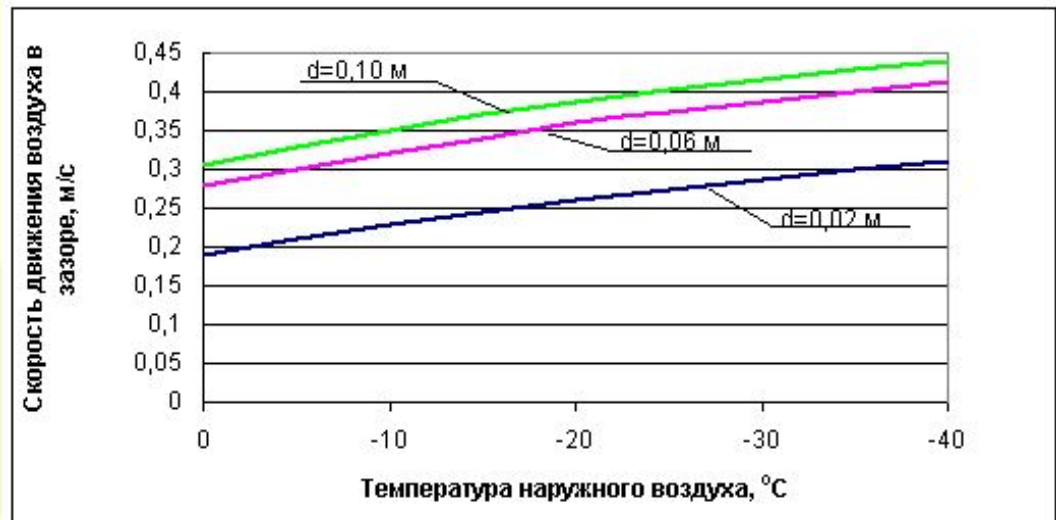
По мере движения по высоте фасада воздух нагревается.

При малых скоростях движения воздуха температура в зазоре равна своему предельному значению на малых высотах

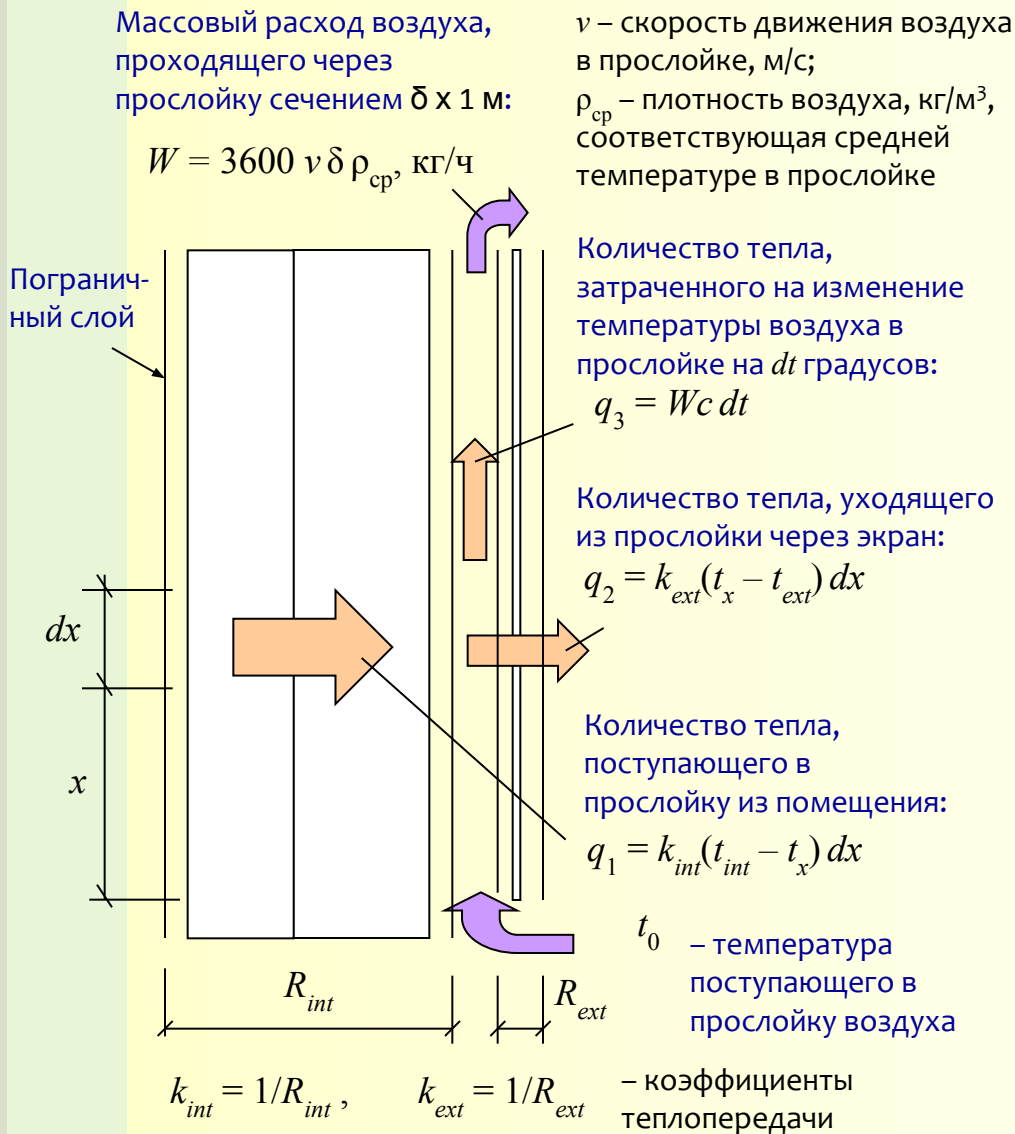


Зависимость максимальной скорости воздуха в воздушном зазоре от температуры наружного воздуха при различных значениях ширины зазора d

Скорость движения воздуха температура в зазоре увеличивается с ростом разности температур (потенциала переноса) и с увеличением толщины зазора (вследствие снижения потерь на трение)



Расчёт температуры воздуха в вентилируемой воздушной прослойке (метод В.Д. Мачинского, 1930-40 г.)



Составляем уравнение теплового баланса:

$$q_1 = q_2 + q_3;$$

$$k_{int}(t_{int} - t_x) dx = k_{ext}(t_x - t_{ext}) dx + Wc dt$$

После интегрирования:

$$t_x K - A = (t_0 K - A) \cdot e^{\frac{-Kx}{Wc}}$$

где

$$K = k_{int} + k_{ext}$$

$$A = k_{int} t_{int} + k_{ext} t_{ext}$$

c – удельная теплоёмкость воздуха: $c = 1000 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$

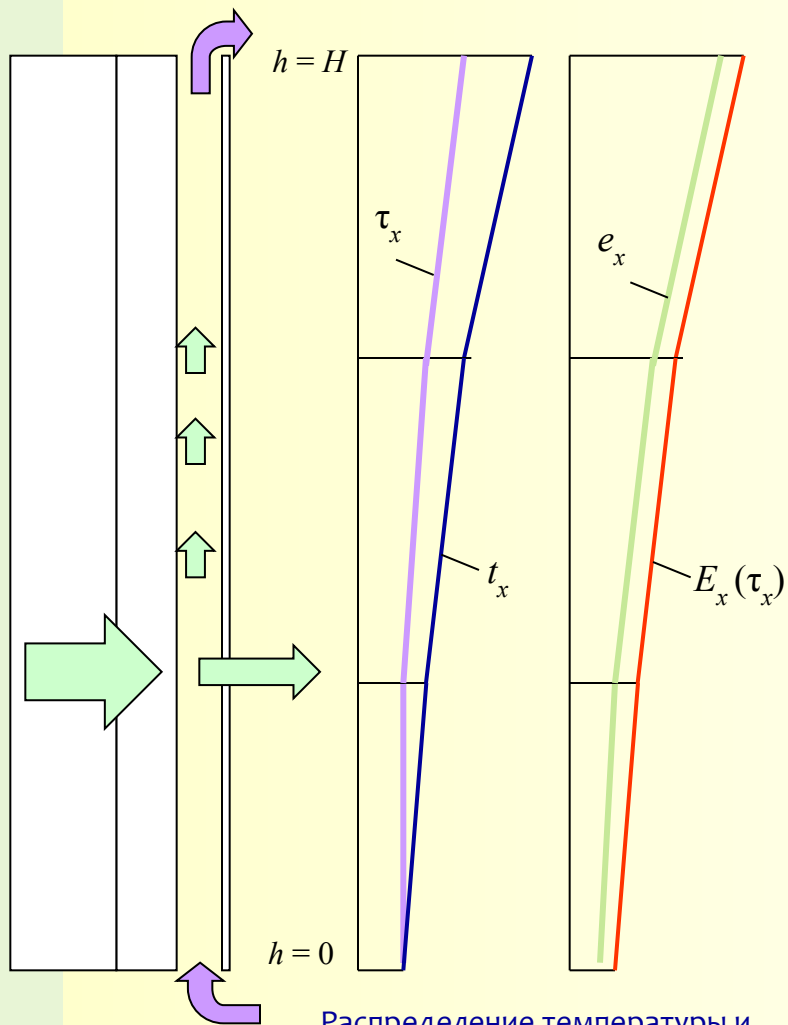
откуда температура воздуха на расстоянии x от входа в прослойку:

$$t_x = \frac{1}{K} \cdot \left(A + (t_0 K - A) \cdot e^{\frac{-Kx}{Wc}} \right)$$

Коэффициент теплопередачи ограждения (переменный по длине):

$$k_x = \frac{t_{int} - t_x}{t_{int} - t_{ext}} \cdot k_{int}$$

Влажностный режим конструкций с вентилируемым воздушным зазором



Распределение температуры и упругости водяного пара по высоте зазора

Отвод влаги из утеплителя может происходить благодаря выносу водяного пара потоком воздуха в воздушном зазоре и вследствие диффузии через облицовку фасада.

Интенсивность отвода влаги потоком воздуха зависит от скорости движения воздуха в нем.

Чем больше ширина воздушного зазора (выше скорость движения воздуха), тем лучше для обеспечения благоприятного влажностного режима ограждения.

Если часть влаги не может быть удалена из зоны наибольшего увлажнения, то в зимние месяцы, когда влажность минеральной ваты достигает своего максимума, на волокнах минеральной ваты, на ветрогидрозащитной мембране и на облицовочных элементах фасада образуются слои льда.

Конденсации влаги на внутренней поверхности экрана не будет, если действительная упругость водяного пара в прослойке e_x будет меньше максимальной упругости водяного пара E_x , соответствующей температуре экрана τ_x :

$$e_x < E_x(\tau_x)$$

Оценка возможности конденсации влаги в вентилируемой воздушной прослойке

Объёмный расход воздуха, проходящего через прослойку площадью F :

$$V = 3600 \nu F, \text{ м}^3/\text{ч}$$

Количество влаги, идущей на изменение абсолютной влажности воздуха в прослойке на df грамм, мг/ч:

$$P_3 = Vdf = VBde$$

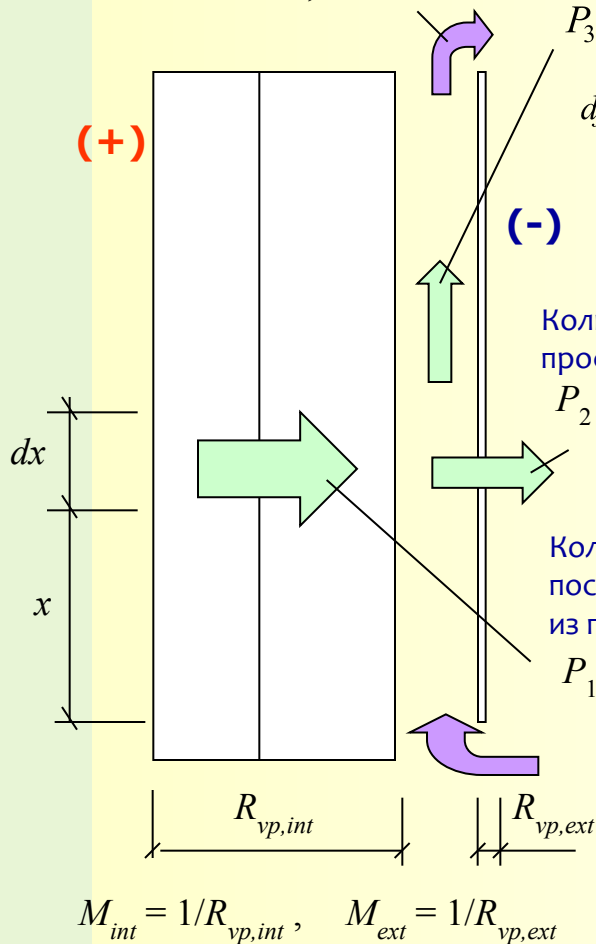
$$df = \frac{7,937}{1 + \frac{t_x}{273}} de = Bde$$

Количество влаги, уходящей из прослойки через экран, мг/ч:

$$P_2 = M_{ext}(e_x - e_{ext}) dx$$

Количество влаги, поступающего в прослойку из помещения, мг/ч:

$$P_1 = M_{int}(e_{int} - e_x) dx$$



$$R_{vp}, \left[\frac{\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}}{\text{мг}} \right]$$

$$\frac{1}{R_{vp}}, \left[\frac{\text{мг}}{\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}} \right]$$

$$f = \frac{1,058 \cdot e}{1 + \frac{t_x}{273}}, \frac{\text{г}}{\text{м}^3}$$

где e – в мм.рт.ст.
1 мм.рт.ст. = 133,3 Па

$$f = \frac{1,058}{133,3} \cdot e \cdot 10^3 = \frac{7,937 \cdot e}{1 + \frac{t_x}{273}}, \frac{\text{мг}}{\text{м}^3}$$

где e – в Па
 10^3 – перевод из г в мг

Составляем уравнение баланса влаги:

$$P_1 = P_2 + P_3;$$

$$M_{int}(e_{int} - e_x) dx = M_{ext}(e_x - e_{ext}) dx + VBde$$

После интегрирования:

$$e_x M - A = (e_{ext} M - A) \cdot e^{\frac{-Mx}{VB}}$$

где

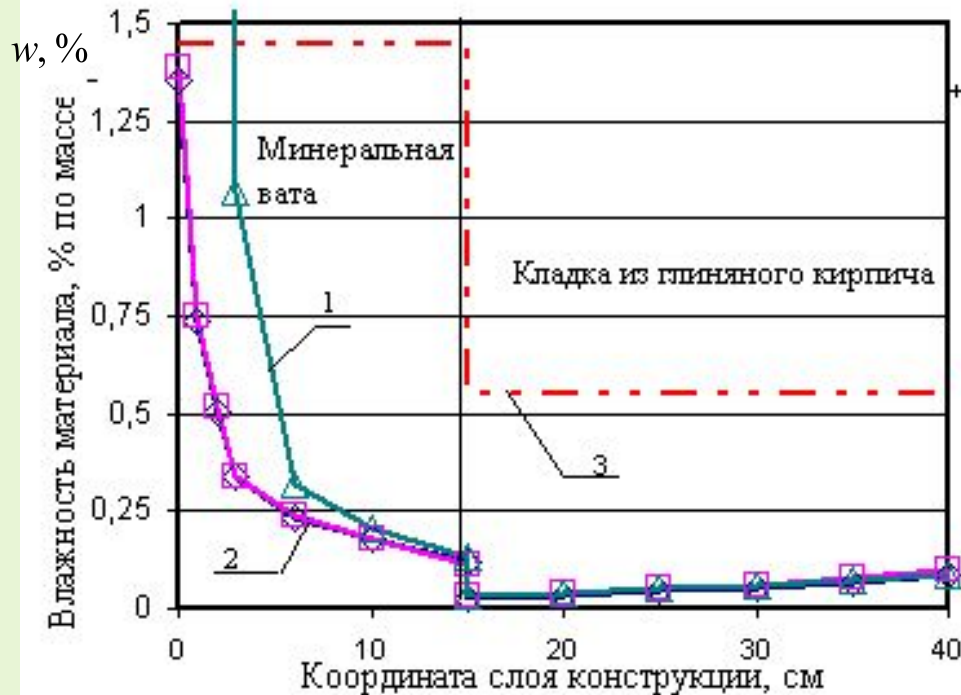
$$M = M_{int} + M_{ext}$$

$$A = M_{int} e_{int} + M_{ext} e_{ext}$$

откуда упругость водяного пара воздуха на расстоянии x от входа в прослойку:

$$e_x = \frac{1}{M} \cdot \left(A + (e_{ext} M - A) \cdot e^{\frac{-Mx}{VB}} \right)$$

Влияние фильтрации воздуха на влагосодержание утеплителя



Распределение влажности по толщине стены с навесным фасадом с воздушным зазором

1 – результаты расчёта с учётом фильтрации воздуха;

2 – то же, но без учёта фильтрации воздуха;

3 – максимальная сорбционная влажность материалов (предел сорбционного увлажнения)

Влага в утеплителе появляется вследствие **диффузии водяного пара и фильтрации влажного воздуха** из помещения через стену.

В вентилируемом зазоре пористый утеплитель непосредственно граничит с наружным воздухом. Следовательно, в минераловатном утеплителе будет наблюдаться **продольная фильтрация**, приводящая к увеличению теплопотерь и снижению температуры на внутренней поверхности ограждающей конструкции.

$$\phi = \frac{e}{E} \cdot 100\%$$

Влажность материалов определяется по изотермам сорбции:

