

# СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕПЛОФИЗИКА

## РАСЧЁТ НАРУЖНЫХ ОГРАЖДЕНИЙ НА ВОЗМОЖНОСТЬ КОНДЕНСАЦИИ ВЛАГИ

Тема 10

Если от технологической, грунтовой, атмосферной влаги имеется защита, то конденсирующаяся влага может быть и в толще ограждения и на ее внутренней поверхности.

Например, если подвергнуть охлаждению поверхность какого-либо предмета, находящегося в воздухе данной влажности, то при падении температуры этой поверхности соприкасающейся с ней воздух, охлаждаясь, будет конденсировать водяной пар на этой поверхности в виде мелких капель, образуя налет росы. Отсюда и название «точка росы», т.е. граница, с которой начинается конденсация влаги из воздуха.

На внутренней поверхности ограждения влага из воздуха будет конденсироваться, когда температура поверхности окажется ниже точки росы внутреннего воздуха. Явление конденсации влаги обнаруживается прежде всего в тех местах ограждения, в которых температура является минимальной: в наружных углах стен, в карнизных узлах, у стыков панелей, а также в нижней части стен первых этажей при недостаточном утеплении цоколя.

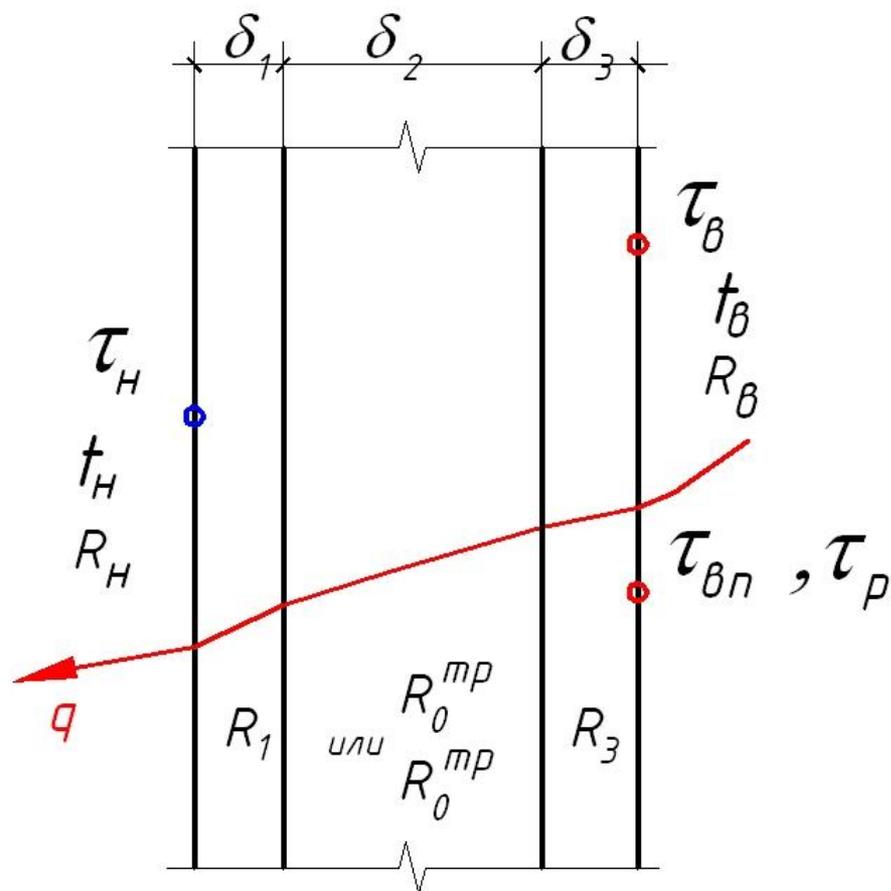


Рисунок 1. Условия конденсации влаги на внутренней поверхности ограждения.

Условия конденсации влаги на внутренней поверхности ограждения (рис 1.):

1.  $\tau_{вн} < \tau_p$  - конденсация на всей поверхности ограждения.

2.  $\tau_{вн} > \tau_p > \tau_{уз}$  - конденсация в наружном углу, при отсутствии конденсации на остальной поверхности стены.

3.  $\tau_{вн} > \tau_p > \tau_{min}$  - периодическая конденсация. Связанная с понижением температуры внутренней поверхности ограждения в результате недостаточной теплоустойчивости.

Для определения  $\tau_{вн}$  будем исходить из того, что падение температуры пропорционально термическому сопротивлению теплопередачи R.

$$\frac{(t_B - t_H) \cdot n}{R_0} = \frac{(t_B - \tau_{вн})}{R_B}; \quad (1)$$

$$\rightarrow R_0 = \frac{(t_B - t_H) \cdot n \cdot R_B}{t_B - \tau_{вн}};$$

$$R_0 \geq \frac{(t_B - t_H) \cdot n \cdot R_B}{t_B - \tau_{ВП}} = \frac{(t_B - t_H) \cdot n}{\Delta t_H \cdot \alpha_B}; \quad (2)$$

из уравнения (2)

$$\tau_{ВП} = t_B - (t_B - t_H) \cdot n \cdot (R_B / R_0 = R_0^\Phi); \quad (3)$$

где  $t_B$  и  $t_H$  - расчетные температуры внутреннего и наружного воздуха;

$n$  - коэффициент, уточняющий расчетную разность температур;

$R_B$  - сопротивление тепловосприятию внутренней поверхности;

$R_0^\Phi$  - фактическое сопротивление теплопередачи конкретной конструкции наружного ограждения.

Далее для сравнительной оценки необходимо определить  $T_p$  по эмпирической зависимости (4):

$$\tau_p = 20,1 - (5,75 - 0,00206 \cdot e^2), \quad (4)$$

где  $e$  - действительная упругость водяных паров.

Кроме того  $T_p$  можно определить по следующей методике:

1. Определяем относительную влажность воздуха в помещении

$$\phi = (e/E) \cdot 100, \%;$$

где  $E$  - максимальная упругость водяных паров при данной температуре внутреннего воздуха.

Если известна  $\phi$  внутреннего воздуха  $\phi_v$  (она нормируется по специальным таблицам по отдельным помещениям), тогда

$$e = (\phi_v / 100) \cdot E ;$$

2. Затем по психрометрической таблице по величине  $e$  находится соответствующая температура воздуха при максимальном насыщении водяных паров, которая и будет  $T_p$ .

3. Делаем сравнение полученных значений  $T_p$  с  $T_{вп}$ , если  $T_p > T_{вп} (2 - 3^\circ)$ , то конденсации не будет.

## Меры против конденсации влаги на поверхности ограждения

1. Основной мерой против конденсации влаги на внутренней поверхности ограждения является **снижение влажности воздуха** в помещении, что может быть достигнуто усилением его вентиляции.

2. Во избежание конденсации влаги на внутренней поверхности ограждения достаточно **повысить температуру его поверхности** выше  $T_p$ . Как видно из формулы (3), повышение температуры может быть достигнуто при увеличении  $R_0^\Phi$  или уменьшением сопротивления тепловосприятию  $R_B$ .

Уменьшение величины  $R_B$  зависит от интенсивности движения воздуха около поверхности ограждения. Чем интенсивнее движение, тем меньше  $R_B$ .

$$R_B = 1 - \alpha_B; \quad \alpha_B = \alpha_L + \alpha_K;$$

где  $\alpha_K$  - коэффициент теплоотдачи конвекцией;

$\alpha_L$  - коэффициент теплоотдачи теплоизлучением;

$$\alpha_{Л} = \frac{1}{1/c_1 + 1/c_2 + 1/c_0} \cdot \frac{(t_1 + 273/100)^4 - (t_2 + 273/100)^4}{t_1 - t_2};$$

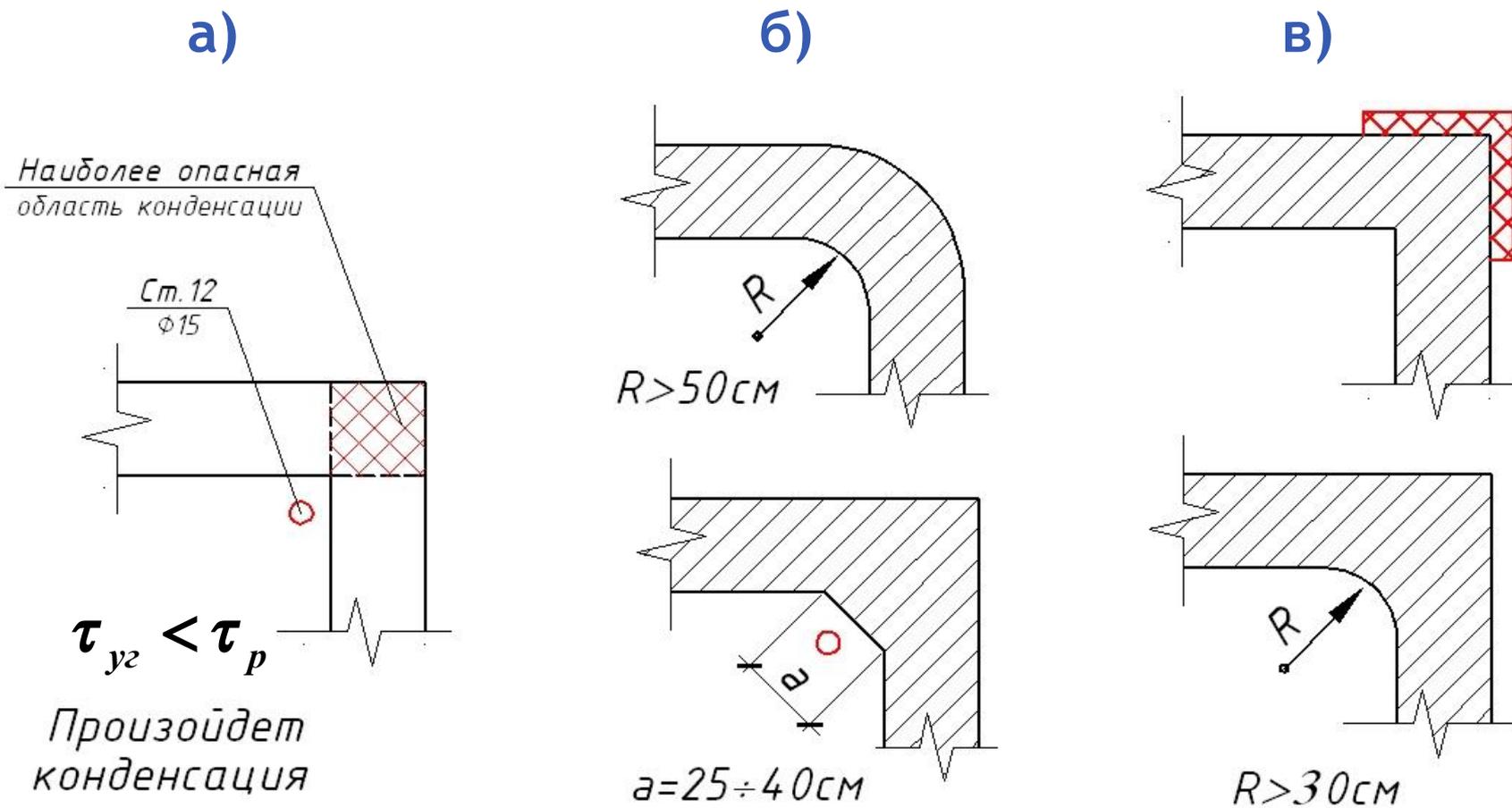
$$\alpha_{К} = 1,43 \cdot \sqrt[3]{\Delta t};$$

где  $\Delta t$  - температурный градиент  $\Delta t = t_B - \tau_B$ .

На этом основано применение вентиляции около наружных стекол и витрин в магазинах для устранения влаги на их поверхностях.

Наоборот, повышение  $R_{B\checkmark}$  может стать причиной появления конденсата на внутренней поверхности у стен, заставленных мебелью и завешанных коврами.

3. Устанавливают дополнительные приборы и стояки систем отопления в наружных углах помещений.



**Рисунок 2. Системы утепления наружных углов.**

## Системы утепления наружных углов:

а) Скруглением наружного угла.

Внутренний радиус скругления  $R \geq 50\text{см}$ . Скругление можно делать только по его внутренней поверхности ( $r$ ), где  $R$  может уменьшится до 30 см.  $\Delta t$  снижается на 25%.

б) Устройство на наружной поверхности угла утепляющих пилястр (обычно в деревянных домах).

в) Скашивание угла при ширине скашивающей плоскости 25 см снижает разность температур между гладью стены и наружным углом, по данным опыта, на 30%.

д) Стояки систем отопления повышают температуру в углу на  $6^\circ$ .

В то же время допускается конденсация влаги на внутренней поверхности ограждения с влажным режимом (бассейн, баня, прачечная, оранжереи, красильни и т.д.).



# СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕПЛОФИЗИКА

## РАСЧЁТ НАРУЖНЫХ ОГРАЖДЕНИЙ НА ВОЗМОЖНОСТЬ КОНДЕНСАЦИИ ВЛАГИ

Тема 10

