

# СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕПЛОФИЗИКА

## ПРОВЕРКА НА ВОЗМОЖНОСТЬ КОНДЕНСАЦИИ ВЛАГИ В ТОЛЩЕ НАРУЖНОГО ОГРАЖДЕНИЯ

Тема 11

## ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Отсутствие конденсации влаги на внутренней поверхности не гарантирует ограждение от увлажнения, т.к. оно может происходить вследствие сорбции и конденсации водяных паров в толще самого ограждения. В большинстве случаев это и является причиной повышения влажности материалов ограждения.

В зимнее время температура воздуха с внутренней стороны ограждения бывает значительно выше температуры наружного воздуха.

Разность величин упругости водяного пара с одной и с другой стороны ограждения вызывает поток водяного пара через ограждение от внутренней его стороны к наружной стороне, ( $e$  внутреннего воздуха больше чем  $e$  наружного воздуха).

Это явление носит название **диффузии** водяного пара через ограждение. Таким образом, в зимнее время водяной пар диффундирует через ограждения из помещения наружу.

Одновременно с диффузией водяного пара через ограждение в обратном направлении, т.е. от наружной к внутренней стороне ограждения, диффундирует воздух. Причина диффузии воздуха - разность парциальных давлений газов, составляющих воздушную атмосферу, причем эти парциальные давления будут более высокими с наружной стороны ограждения.

Парциальные давления будут более высокими с наружной стороны ограждения из-за меньшего парциального давления водяного пара с этой стороны ограждения. В этом принципиальное различие между диффузией и воздухопроницаемостью.

В процессе проектирования и эксплуатации необходимо выполнять проверочные расчеты в следующей последовательности:

1. Вычерчивается конструкция ограждения в масштабе: Построение начинаем от внутреннего воздуха к наружному.
2. Определяем  $R$  для каждого слоя.

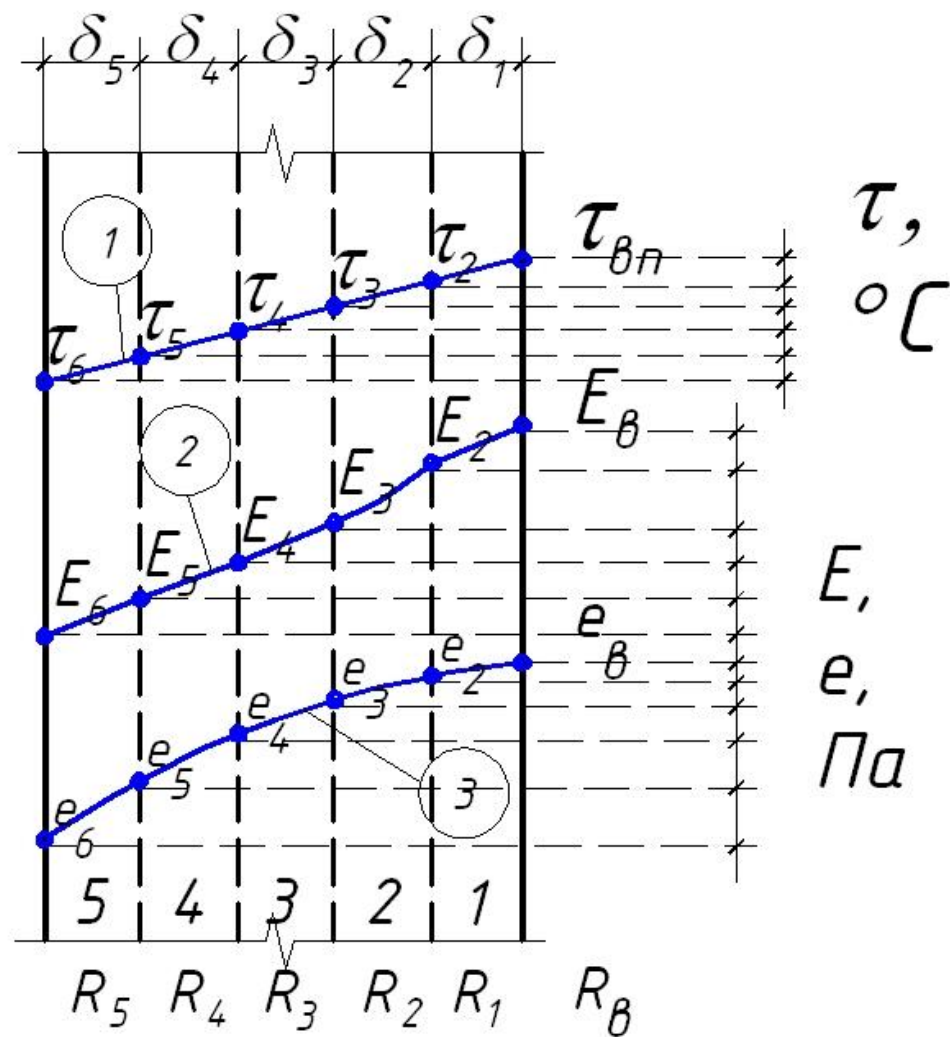


Рисунок 1.  
Конструкция  
ограждения в  
масштабе.

3. Рассматриваемую конструкцию условно разделяют на несколько вертикальных слоев и находят распределение температуры на границе каждого слоя в толще ограждения  $\tau_{xi}$ , °С при температуре наружного воздуха  $t_{хп(0,92)}$

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

$$\tau_2 = t_B - (t_B - t_H) \cdot n \cdot [(R_B + R_1) / R_0^\Phi]; \text{ и т. д.}$$

4. По известным значениям  $\tau$  по таблице 16  $E_p$  определяют значения максимальной упругости водяных паров на границах слоев в толще ограждения и строится кривая  $E$ .

5. Рассчитывают действительную упругость водяных паров  $e$  на границе каждого слоя, начиная от внутреннего воздуха к наружному

$$e_{ВП(1)} = e_B - (e_B - e_H) (R_B^\Pi / R_0^\Pi);$$

$$e_2 = e_B - (e_B - e_H) \cdot n \cdot [(R_B^\Pi + R_1^\Pi) / R_0^\Pi]; \text{ и т. д.}$$

$R_B^{\Pi} = 0,0133$  - сопротивление паропроницанию внутренней поверхности;

$R_H^{\Pi} = 0,0266$  - то же наружной поверхности;

$$e_B = (\phi_B / 100) \cdot E_B ,$$

$$e_H = (\phi_H / 100) \cdot E_H ,$$

где  $\phi_B$  - относительная влажность внутреннего воздуха, т.1 или СНиП 41-01-2003;

$\phi_H$  - относительная влажность наружного воздуха, прил. 3, СНиП 23-01-99 Строительная климатология;

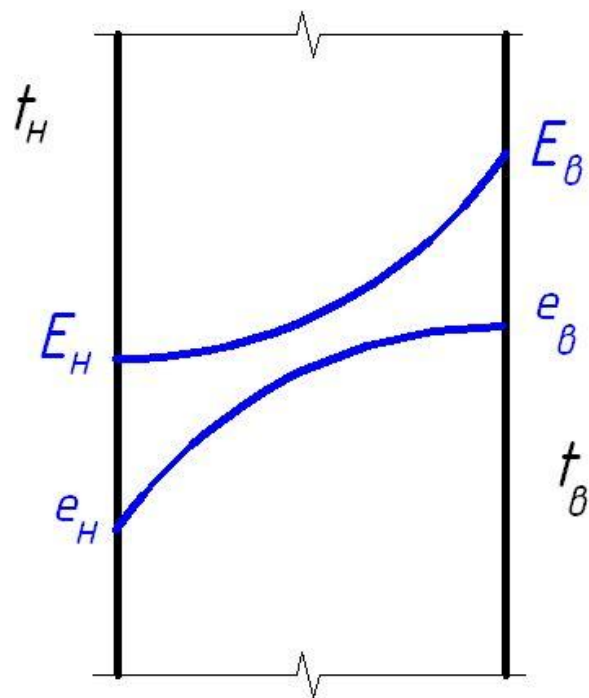
$E_B$  - максимальная упругость водяных паров при  $t_B$  (табл.16);

$E_H$  - максимальная упругость водяных паров при  $t_{хп(0.92)}$  (табл. 16).

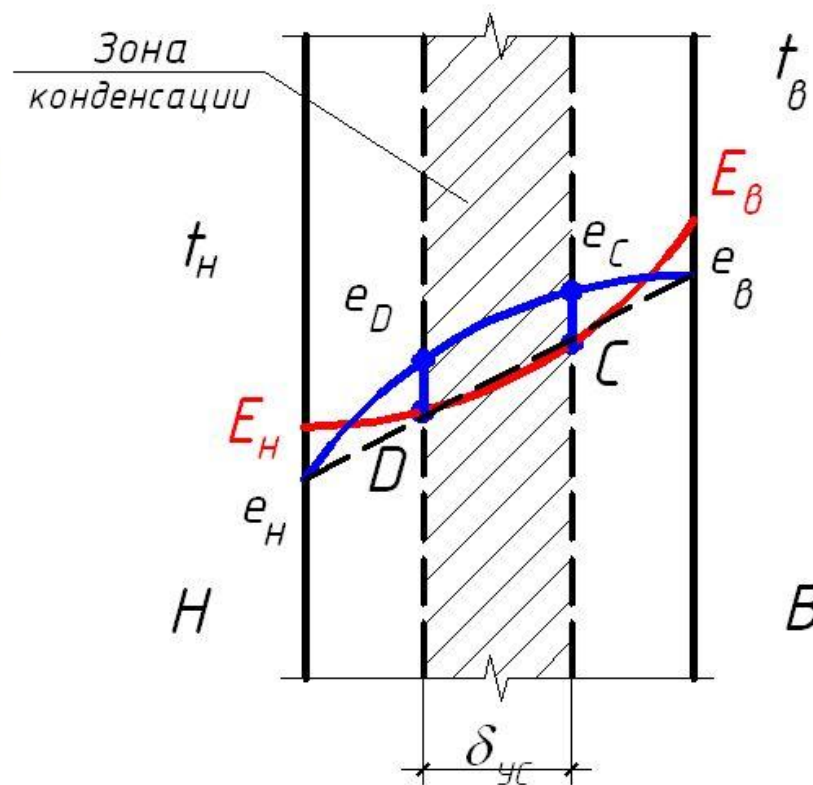
Изменение действительной упругости водяных паров  $e_x$  в толще ограждения показано кривой 3, графики изменения  $E_x$  и  $e_x$  строятся в одном масштабе. Для ограждений из однородных материалов изменение упругости водяных паров  $e$  происходит по прямолинейной зависимости с понижением от  $e_B$  до  $e_H$ .

В результате анализа тепловлажностного режима ограждения могут встретиться два следующих случая:

а) отсутствие конденсации, и б) наличие конденсации.



а)



б)

Если  $e$  и  $E$  не пересекаются - значит конденсации водяного пара в толще ограждения нет (а); пересечение этих линий (б) свидетельствует о возможности конденсации водяного пара.

На влажностный режим наружных ограждений большое влияние оказывает порядок расположения слоев в них.

Чтобы уберечь ограждения от конденсации в нем влаги необходимо малопаропроницаемые слои располагать у внутренней поверхности ограждения, а малотеплопроводные более паропроницаемые слои - у наружной его поверхности.

Такое расположение слоев, кроме того, повышает и теплоустойчивость ограждения. В качестве таких слоев у внутренней поверхности ограждения, следует применять пароизоляцию из битума, керамическую плитку, цементную затирку и т.д. Избежать конденсации в толще удастся не всегда и тогда применяют естественную и искусственную сушку ограждений в теплый период за счет инфильтрации и вентиляции.

Кроме того, на количество влаги большое влияние оказывают температура и влажность внутреннего и наружного воздуха, резко возрастает количество конденсата в ограждении.



Температура внутреннего воздуха имеет двойное влияние: при сохранении постоянной  $\phi$  количество конденсата возрастает при повышении температуры воздуха, т.к. при этом возрастает его абсолютная влажность; при постоянной абсолютной влажности воздуха с повышением его температуры, количество конденсата уменьшается.

С понижением  $t_H$  количество конденсата в ограждении увеличивается. При наличии зоны конденсации необходимо определить ее границы, для чего из точек  $e_B$  и  $e_H$  проводятся касательные к линии  $E$ .

Между точками касания  $C$  и  $D$  находится зона конденсации.

В зоне конденсации определяем величину повышения весовой влажности материала  $\Delta W_i$ , %, и сравниваем её с нормативным значением  $\Delta W_{cp}$ , %, по СНиП 23-01-99 табл. 14\*.

$$\Delta W_i = (\Delta G / \gamma_{ув} \cdot \sigma_{ув(C-D)}) 100, \%$$

где  $\gamma_{ув}$  - объемная масса материала увлажненного слоя, кг/м<sup>3</sup>, принимаемая по СНиП 23-01-99, прил.3\*;

$\sigma_{ув(C-D)}$  - толщина увлажненного слоя ограждения, м;

$\Delta G$  - количество конденсата в кг прошедшего за 1 час через  $1\text{ м}^2$  сечения ограждения,  $\text{г}/\text{м}^2$ , определяется по формуле:

$$\Delta G = (G_C - G_D) \cdot 24 \cdot z ,$$

где  $z$  - продолжительность,  $z_{\text{сут}}$ , периода влагонакопления, принимаем равной периоду с отрицательными среднемесячными температурами, СНиП 23-01-99, т.1;

$G_C$  и  $G_D$  - количество водяного пара в мг, прошедшего за 1 час через  $1\text{ м}^2$  сечения ограждения, соответственно до и после зоны конденсации  $\text{мг}/\text{м}^2\text{ч}$ , определяются по формулам:

$$G_C = \frac{e_B - e_C}{R_B^{\text{II}} + \Sigma(\sigma_{B-C} / \mu_X)},$$

$$G_D = \frac{e_D - e_H}{R_B^{\text{II}} + \Sigma(\sigma_{D-H} / \mu_X)};$$

где  $\sigma_{B-C}$  - толщина слоя ограждения до зоны конденсации, м;

$\sigma_{D-H}$  - толщина слоя ограждения после зоны конденсации, м;

$\mu_X$  - расчетный коэффициент паропроницаемости материала слоя ограждения, по СНиП 23-01-99 пр.3\*;

$e_B$  и  $e_H$  - действительная упругость водяных паров;  
 $R_B^{\Pi} = 0,0133$  - сопротивление паропрооницанию внутренней поверхности;  $R_H^{\Pi} = 0,0266$  - то же наружной поверхности.

В многослойных ограждениях. Если зона конденсации находится в одном слое, проверка осуществляется только для данного слоя. Если зона конденсации захватывает несколько слоев, то проверку на допустимую весовую влажность осуществляют для всех слоев по формуле:

$$\Delta G_x = \Delta G (b_{з.к.i} / b_{з.к}) ,$$

где  $\Delta G_x$  - расчетное количество конденсата в  $x$  - слое;

$b_{з.к}$  - ширина всей зоны конденсации по толщине ограждения, м;

$b_{з.к.i}$  - ширина зоны конденсации в  $i$ -том слое, м;

$\Delta G$  - расчетное количество конденсата, в кг, прошедшего за 1 час через  $1 \text{ м}^2$  сечения ограждения,  $\text{г/м}^2$ .

Если при сравнении выполняется условие  $\Delta W_i < \Delta W_{\text{ср}}$ , то принятое ограждение соответствует требованиям влажностного режима, если нет, то необходимо принимать меры.

# СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕПЛОФИЗИКА

## ПРОВЕРКА НА ВОЗМОЖНОСТЬ КОНДЕНСАЦИИ ВЛАГИ В ТОЛЩЕ НАРУЖНОГО ОГРАЖДЕНИЯ

Тема 11

