



ЛЕКЦИЯ 5

Физическое обоснование режимов помещений и строительных конструкций

Влажностный режим ограждающих конструкций

- Влажностный режим ограждений тесно связан с их тепловым режимом. Увлажнение строительных материалов в ограждениях отрицательным образом сказывается на гигиенических и эксплуатационных показателях зданий.

Причины появления влаги в ограждениях

- *Строительная (начальная) влага*
- *Грунтовая влага*
- *Атмосферная влага*
- *Эксплуатационная влага*
- *Гигроскопическая влага*
- *Парообразная влага*
- *Сконденсированная влага*

Строительная влага

Влага, оставшаяся в ограждении после возведения здания. Ряд строительных процессов является "мокрыми", например, бетонирование, кладка из кирпича и штучных блоков: ячеистобетонных, керамзитобетонных и других, оштукатуривание.

Строительная влага должна быть удалена из ограждений в первые 2 - 3 года эксплуатации здания. Поэтому очень важно, чтобы в нем хорошо работали системы отопления и вентиляции, на которые ляжет дополнительная нагрузка, связанная с испарением воды.

Грунтовая влага

Влага, которая может проникнуть в ограждение из грунта путем капиллярного всасывания. Для предотвращения попадания грунтовой влаги в ограждение устанавливаются гидроизолирующие и пароизолирующие слои. Если слой гидроизоляции поврежден, грунтовая влага может подниматься по капиллярам в строительных материалах стен до высоты 2 - 2,5 м над землей.

Атмосферная влага

может проникать в ограждение при косом дожде, при протечках крыш в районе карнизов, неисправности наружных водостоков. Для предотвращения попадания влаги внутрь стены от смоченной наружной поверхности применяются специальные фактурные слои, плохо пропускающие жидкую фазу влаги. Обращается внимание на герметизацию стыков стеновых панелей при крупнопанельном домостроении, на герметизацию периметров окон и других проемов.

Эксплуатационная влага

попадает в ограждение от внутренних источников: при производственных процессах, связанных с применением или выделением воды, при мокрой уборке помещений, при прорывах водопроводных и канализационных сетей. При регулярном использовании воды в помещении делают водонепроницаемые полы и стены. При авариях необходимо как можно быстрее удалить влагу с ограждающих конструкций.

Гигроскопическая влага

находится внутри ограждения вследствие гигроскопичности его материалов.

Гигроскопичность - это свойство материала поглощать (сорбировать) влагу из воздуха. При длительном пребывании материалов в воздухе с постоянными температурой и относительной влажностью, количество влаги, содержащейся в материале, становится неизменным (равновесным).

Парообразная влага

находящаяся в воздухе, заполняющем поры строительных материалов. При неблагоприятных условиях влага может конденсироваться внутри ограждений. Во избежание отрицательных последствий конденсации влаги внутри ограждения оно должно быть грамотно проверено и отделано материалами, чтобы уменьшить риск выпадения конденсата и создать условия для полного высыхания сконденсированной за зиму влаги летом.

Сконденсированная влага

на внутренних поверхностях ограждений при высокой влажности внутреннего воздуха и температуре внутренней поверхности ограждения ниже точки росы. Меры борьбы с увлажнением внутренней поверхности стен связаны с вентиляцией помещений, снижающей влажность внутреннего воздуха, и с утеплением ограждающих конструкций, исключающим понижение температуры, как на глади поверхности ограждения, так и в местах теплопроводных включений.

Отрицательные последствия увлажнения стен

Известно, что с повышением влажности материалов ухудшаются *теплотехнические качества* ограждения за счет увеличения коэффициента теплопроводности материалов, что приводит к увеличению теплотерь здания и большим энергозатратам на отопление.

Влажный воздух

С достаточной для технических расчетов точностью можно считать, что влажный воздух подчиняется всем законам смеси идеальных газов. Каждый газ, в том числе и пар, входящий в состав смеси, занимает тот же объем, что и вся смесь.

Пар находится под своим *парциальным давлением*, которое определяют по уравнению Менделеева-Клайперона:

$$e_i = \frac{M_i RT}{V \mu_i}$$

где M_i - масса i -го газа, в данном случае водяного пара, кг;

R - универсальная газовая постоянная, равная 8 314,41 Дж/ (кмоль · К);

T - температура смеси в абсолютной шкале, К;

V - объем, занимаемый смесью газов, м³;

μ_i - молекулярный вес газа, кг/моль. Для водяного пара $\mu_{\text{п}} = 18,01528$ кг/кмоль.

- Теплопроводность увеличивается с повышением влажности материала из-за того, что вода, находящаяся в порах материала, имеет коэффициент теплопроводности около $0,58 \text{ Вт/м}^\circ\text{С}$, что в 22 раза больше, чем у воздуха.
- Еще более резко возрастает коэффициент теплопроводности, если влажный материал промерзает, так как лед имеет теплопроводность $2,3 \text{ Вт/м}^\circ\text{С}$, что в 80 раз больше чем у воздуха.

При относительной влажности 100% воздух полностью насыщен водяным паром и называется *насыщенным*.

Парциальное давление насыщенного водяного пара называют также *давлением насыщения* воздуха водяным паром или *максимальной упругостью водяных паров* и обозначают E .

Величина относительной влажности φ равна отношению парциального давления водяного пара e_n во влажном воздухе при определенных атмосферном давлении и температуре к давлению насыщения E при тех же условиях:

$$\varphi = \frac{e_n}{E} 100$$

Значение парциального давления определяют экспериментальным путем. Имеется ряд формул, аппроксимирующих зависимость E от температуры:

- над поверхностью льда при температуре от $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $0\text{ }^{\circ}\text{C}$

$$E = \exp \frac{18,74t - 115,72}{233,77 + 0,881t}$$

- над поверхностью чистой воды при температуре от $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $83\text{ }^{\circ}\text{C}$

$$E = \exp \frac{16,57t - 115,72}{233,77 + 0,997t}$$

Влияние режима на человека

Нормальным для пребывания человека гигиенистами считается диапазон относительной влажности от 30% до 60%. При относительной влажности воздуха выше 60% испарение влаги с кожи человека затруднено и его самочувствие ухудшается. При более низкой относительной влажности воздуха, чем 30% испарение с поверхности кожи и слизистых оболочек человека усиливается, что вызывает сухость кожи, першение в горле, способствующие простудным заболеваниям.

Объемная влажность $\omega_o, \%$,

$$\omega_o = \frac{V_1}{V_2} 100$$

- где V_1 - объем влаги в образце, м^3 , V_2 - объем самого образца, м^3 .

$$\omega_o = \frac{\omega_e \rho}{1000} 100$$

- где ρ - плотность материала в сухом состоянии, $\text{кг}/\text{м}^3$.

- При длительном нахождении образца материала во влажном воздухе с постоянными температурой и относительной влажностью, масса влаги, содержащейся в образце станет неизменной - *равновесной*.
- Из физики известно, что имеется полная *аналогия между процессами паропрооницания и теплопроводности*. Более того, соблюдается *аналогия в процессах теплоотдачи и влагоотдачи на поверхностях ограждения*. Поэтому можно рассматривать *аналогию между сложными процессами теплопередачи и влагопередачи через ограждение*.

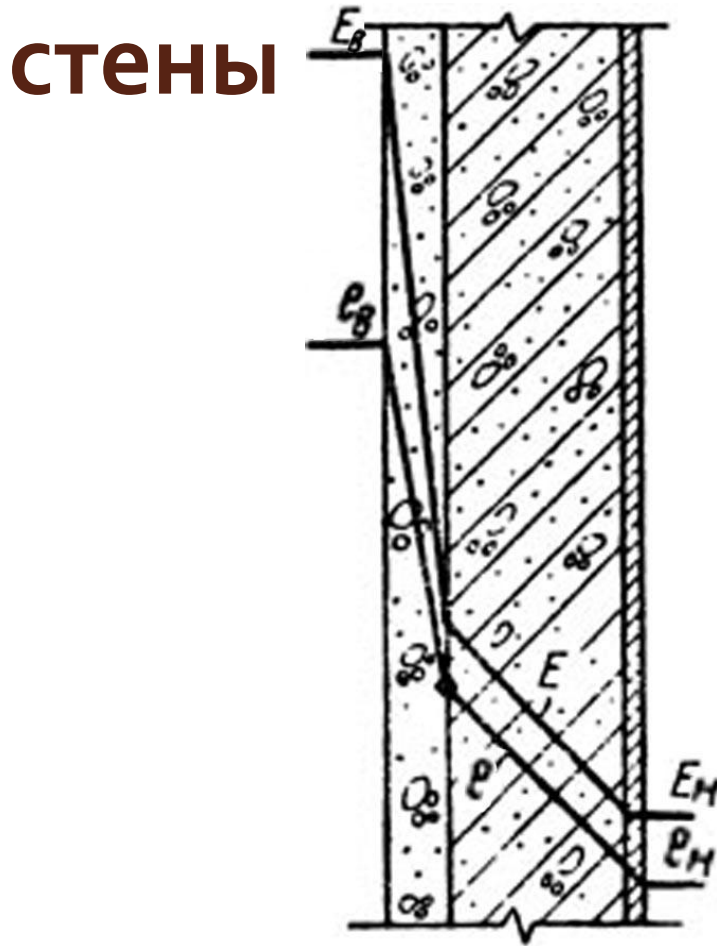
Коэффициент влаготдачи

- в инженерных расчетах общего сопротивления паропроницанию не применяется, в расчетах используют непосредственно сопротивления влаготдаче на поверхностях, принимая их значения равными $R_{п.в} = 0,0267 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па/мг}$, $R_{п.н'} = 0,0052 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па/мг}$

- Для нахождения парциального давления водяного пара e_x в любом сечении ограждения пользуются формулой:

$$e_x = e - \frac{R_{n.v-x}}{R_{o.n}} \cdot (e_n - e_n) \equiv e - \frac{x_{n.n-x}}{R_{o.n}} \cdot (e_n - e_n)$$

Распределение парциального давления и давления насыщения водяных паров по сечению стены





Спасибо за внимание!

Второй закон термодинамики.

Первый закон термодинамики утверждает, что теплота может превращаться в работу, а работа в теплоту, не устанавливая условий, при которых возможны эти превращения. Повседневные наблюдения и опыты показывают, что теплота сама может переходить только от нагретых тел к более холодным (до полного равновесия). Только за счет затраты работы можно изменить направление движения теплоты. Это свойство теплоты резко отличается от работы. Работа легко и полностью превращается в теплоту.

В тепловых машинах превращение теплоты в работу происходит только при наличии разности температур между источниками теплоты и теплоприемниками. При этом вся теплота не может быть превращена в работу. Закон, позволяющий указать направление теплового потока, и устанавливающий максимально возможный предел превращения теплоты в работу в тепловых машинах - 2-й закон термодинамики.

Формулировки второго закона термодинамики:

1. Вечный двигатель второго рода не возможен (под вечным двигателем второго рода понимается машина, которая могла бы превращать всю подводимую к ней теплоту в работу. Такая машина имела бы КПД = 1).
2. Стопроцентное превращение теплоты в работу посредством тепловой машины - двигателя невозможно.