

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	5
1. ЗДАНИЕ КАК ОСНОВНОЙ ИНСТРУМЕНТ ЗАЩИТЫ ЧЕЛОВЕКА ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ НЕГАТИВНЫХ ФАКТОРОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ	5
2. ТЕПЛОВОЙ И ВЛАЖНОСТНЫЙ РЕЖИМ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ	6
3. ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ИЗУЧЕНИЯ ВЛАЖНОСТНОГО РЕЖИМА ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ.....	8
4. ПОСТУПЛЕНИЕ ВЛАГИ В ОГРАЖДАЮЩУЮ КОНСТРУКЦИЮ.....	8
5. АНАЛОГИЯ МЕЖДУ ЗАДАЧАМИ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ И ВЛАГОПЕРЕНОСА И ИХ ПРИНЦИПИАЛЬНЫЕ РАЗЛИЧИЯ	9
6. ВЛИЯНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ ВЛАЖНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ИХ КОЭФФИЦИЕНТЫ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ	11
7. МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ОТ ПЕРЕУВЛАЖНЕНИЯ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ	12
8. ТЕПЛОВОЙ РЕЖИМ ПОМЕЩЕНИЯ	13
9. ВОЗДУШНЫЙ РЕЖИМ ПОМЕЩЕНИЯ	15
10. ВЫПОЛНЕНИЕ ОСНОВНЫХ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИХ РАСЧЕТОВ В СТРОИТЕЛЬНОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ. ПРИМЕРЫ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЙ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ.....	16
Библиографический список.....	31
Приложения.....	32

ВВЕДЕНИЕ

В настоящем учебно-методическом пособии по дисциплине «Основы теплогаснабжения и вентиляции» по направлению подготовки 08.03.01 Строительство приводятся теоретические основы обеспечения теплового комфорта в помещениях гражданских зданий, основные методы анализа тепловлажностного состояния и прогнозирования долговечности многослойных ограждающих конструкций. Рассмотрены основные положения теплотехнического расчета ограждающих конструкций, расчета теплового баланса помещений и воздухообмена квартиры жилого здания с применением актуальной нормативно-технической литературы. На практических примерах показаны основные расчеты, которые могут быть произведены обучающимися самостоятельно в ходе выполнения домашних заданий, предусмотренных в качестве мероприятий текущего контроля.

1. ЗДАНИЕ КАК ОСНОВНОЙ ИНСТРУМЕНТ ЗАЩИТЫ ЧЕЛОВЕКА ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ НЕГАТИВНЫХ ФАКТОРОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Современное здание — результат многих десятилетий интенсивного технического прогресса, результат труда сотен специалистов и продукт десятков отраслей промышленности. Современное технически совершенное здание — это единая технологическая система, которая объединяет в себе как строительные конструкции, так и соответствующие назначению здания технологические системы. Сейчас уже невозможно представить объект строительства, который бы не был оснащен системами вентиляции и кондиционирования воздуха, отопления, тепло- и холодоснабжения, теплоснабжения, водоснабжения и канализации, пожарной и охранной сигнализации, аварийной и противодымной вентиляции, электроснабжения, освещения, связи; системами вертикального транспорта — лифтами и траволаторами; системами тушения пожара. Многие современные объекты оснащены системами газотопливоснабжения, а также местными, в том числе возобновляемыми, источниками всех видов энергии. Некоторые из перечисленных систем действуют в здании обособленно, решая свои узкие задачи. А некоторые — создают комплексный эффект за счет различных путей воздействия на параметры внутренней среды, обеспеченность потребителя современными и ставшими уже привычными сервисами. Одним из ярких примеров такой кооперации является совместное действие систем отопления и вентиляции на параметры микроклимата помещения.

Значение таких систем обеспечения тепловых и влажностных параметров в современных зданиях трудно переоценить. Можно выделить три группы факторов, обуславливающих это значение.

С одной стороны, огромную роль играют природно-климатические особенности региона застройки. Надо отметить, что на большей части территории нашей страны — продолжительная и очень суровая зима, а также затянутые переходные периоды с характерными очень низкими температурами наружного воздуха. Такие суровые условия требуют надежной и бесперебойной работы систем отопления и теплоснабжения в течение многих месяцев в году.

Во-вторых, следует учесть нарастающие современные тенденции в строительстве и архитектуре. Города стремительно разрастаются вширь, все большее значение и размах приобретает высотное и подземное строительство. Увеличивается плотность населения и вместе с ней растет антропогенная нагрузка на все территории проживания человечества.

Третьей важной составляющей оказывается рост сложности современных производств. Предприятия фармацевтики, микроэлектроники, текстильной и нефтяной промышленности в непрерывной гонке за совершенствование своей продукции предъявляют все новые и более высокие требования к обеспечению параметров внутреннего воздуха, его чистоте, влажности и газовому составу.

На внешнем контуре работу систем поддержания климатических параметров обеспечивают наружные коммунальные системы газоснабжения и теплоснабжения. Каждая из систем имеет свое предназначение и устройство.

Однако наряду с постоянным совершенствованием технологических систем обеспечения параметров микроклимата следует уделять должное внимание изучению и постоянному улучшению характеристик оболочки здания, которая, в свою очередь, состоит из стен, дверей, окон, кровельного покрытия и других архитектурных элементов. От характеристик, свойств и текущего состояния ограждающих конструкций здания будет напрямую зависеть то, насколько эффективно и быстро будут справляться с возложенными на них задачами системы климатизации. Например, при нарастании влажности утеплителя в толще наружной стены будет очевидным образом снижаться ее способность обеспечивать тепловую защиту внутреннего объема здания.

2. ТЕПЛОВОЙ И ВЛАЖНОСТНЫЙ РЕЖИМ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ

Зимой температура внутреннего воздуха в помещении здания превышает температуру наружного воздуха. Данная ситуация приводит к возникновению градиента температуры по разные стороны ограждений здания. Поток тепла движется от внутренней поверхности ограждающей конструкции к ее наружной поверхности.

Фактически в рамках строительной теплофизики встречаются два типа задач: стационарная теплопередача через ограждение и нестационарная теплопередача.

Стационарная теплопередача приводит к стационарному распределению температуры в толще ограждающей конструкции, т.е. внутри каждого слоя наблюдается распределение температуры в виде прямой линии.

На рис. 1 представлено стационарное распределение температуры по толще стены здания, состоящей из газобетонного основания и пенополистирольного утеплителя.

При стационарном тепловом режиме ограждения здания появляется возможность расчета тепловых потерь здания на основании уравнения теплопередачи, осложненного инженерными поправками:

$$Q = kF \Delta t n \beta, \quad (1)$$

где Q — тепловой поток через ограждающую конструкцию, Вт; k — коэффициент теплопередачи, Вт/(м²·°C); F — потенциал влажности, Па; Δt — разность температуры по разные стороны ограждающей конструкции, °C; n — коэффициент ориентации ограждающей конструкции по отношению к наружному воздуху; β — добавки к основным тепловым потерям.

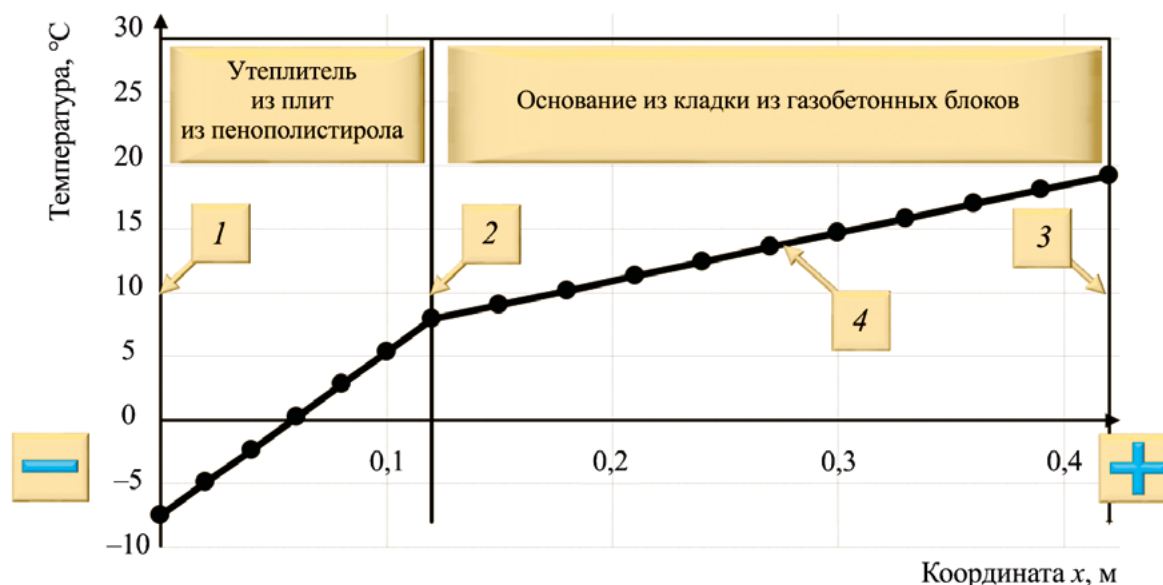


Рис. 1. Стационарное распределение температуры по толще стены здания:
 1 — наружная поверхность стены; 2 — граница между основанием и утеплителем;
 3 — внутренняя поверхность стены; 4 — распределение температуры

Несмотря на то, что в рамках теплотехнического расчета принято пользоваться стационарным температурным полем внутри ограждающей конструкции, часто возникают случаи нестационарного распределения температуры по толще ограждающей конструкции.

На рис. 2 представлено нестационарное распределение температуры по толще стены здания, состоящей из газобетонного основания и пенополистирольного утеплителя.

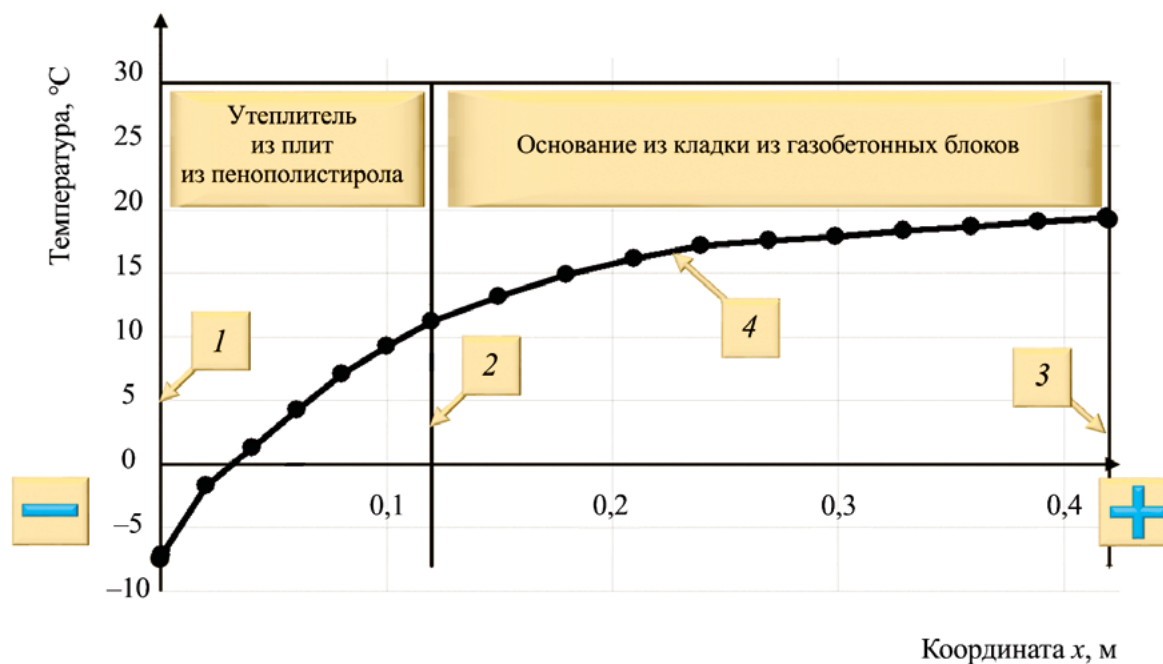


Рис. 2. Нестационарное распределение температуры по толще стены здания: 1 — наружная поверхность стены; 2 — граница между основанием и утеплителем; 3 — внутренняя поверхность стены; 4 — распределение температуры

Нестационарное распределение температуры внутри ограждения возникает за счет резкой смены температуры наружного или внутреннего воздуха. Примерами нестационарного распределения температуры является случай, когда на стену здания начало светить солнце после долгого периода облачности, что приводит к резким изменениям температурного поля. В рамках теплогазоснабжения и вентиляции (ТГВ) классической задачей нестационарного теплового режима ограждения является задача теплоустойчивости. Эта задача возникает при работе системы отопления «пропусками»: часть суток система отопления производит «натоп» в здании, а часть времени она отключена, т.е. температура внутреннего воздуха в помещении здания постоянно меняется со временем.

Нестационарная задача распределения температуры по толще ограждающей конструкции является сложной математической задачей, которая обычно решается численными методами с применением компьютера и программирования. В инженерных расчетах решения задачи нестационарной теплопроводности практически не требуется.

Влажностный режим ограждающих конструкций обуславливается в первую очередь тем же градиентом температуры, что и тепловой режим.

Так как зимой температура внутреннего воздуха превалирует над температурой наружного воздуха, то парциальное давление водяного пара внутри здания превышает парциальное давление водяного пара снаружи здания. Таким образом, образуется градиент парциального давления водяного пара между внутренними и наружными поверхностями ограждающей конструкции. Это приводит к формированию потока влаги, который движется изнутри ограждения наружу. Важно отметить, что увлажнение стены здания идет изнутри помещения, а не снаружи.

3. ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ИЗУЧЕНИЯ ВЛАЖНОСТНОГО РЕЖИМА ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

Понятие влажностного режима ограждающих конструкций зданий возникло в 20-е годы XX века с появлением многослойных ограждений. Дело в том, что однослойные ограждения практически не имеют проблем с влажностным режимом. Вся влага, поступившая в ограждение из помещения, беспрепятственно покинет ограждение через его наружную поверхность. Совсем другая картина происходит в многослойной ограждающей конструкции. Скорость движения влаги в разных слоях зависит от строительного материала и различна как по скорости в отдельных слоях, так и по механизмам, вызывающим это перемещение, что может приводить к накоплению влаги внутри строительных материалов или на их границах.

Впервые на необходимость расчета влажностного режима указал профессор В.Д. Мачинский. Он отметил, что водяной пар перемещается в ограждении за счет разностей парциальных давлений водяного пара по разные стороны ограждения.

К.Ф. Фокиным был разработан первый инженерный метод расчета, представляющий собой графический метод определения зоны конденсации в ограждающей конструкции. Метод заключается в следующем: слои ограждающей конструкции вычерчиваются в масштабе сопротивлений паропрооницанию, определяются распределение температуры, затем распределение парциального давления водяного пара и распределения давления насыщенного водяного пара. Участок конструкции, в которой линия парциального давления пересекает график давления насыщенного водяного пара, считается зоной конденсации.

В последующем К.Ф. Фокин предложил другой метод, учитывающий влагоперенос одновременно в сорбционной и сверхсорбционной зонах увлажнения. Идея метода заключалась в решении системы дифференциальных уравнений влагопереноса. Одно уравнение описывало движение водяного пара, а второе уравнение следовало применять для зон ограждающей конструкции, где произошла конденсация водяных паров. Второе уравнение представляло собой сумму движения водяного пара под действием градиента давления насыщенного водяного пара и жидкой влаги под действием градиента влажности.

Принципиально другой подход к математической модели влагопереноса предложен В.Н. Богословским за счет введения в строительную теплофизику термина «потенциал влажности». В.Н. Богословский представлял, что поток влаги движется под действием некоего единого градиента, который он назвал градиентом потенциала влажности. Сложностью данного подхода являлось достаточно долгое проведение экспериментов по получению данных, необходимых для расчета.

Прорыв в развитии теории потенциала влажности был достигнут В.Г. Гагариным и В.В. Козловым. Они рассмотрели влагоперенос в ограждающей конструкции с помощью методов векторного анализа.

Именно дальнейшая работа с уравнением влагопереноса, основанным на потенциале влажности F , легла в основу метода защиты от переувлажнения ограждающих конструкций, принятого в официально действующем нормативном документе СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий».

4. ПОСТУПЛЕНИЕ ВЛАГИ В ОГРАЖДАЮЩУЮ КОНСТРУКЦИЮ

Помимо увлажнения ограждающей конструкции посредством водяного пара внутри помещения существуют и другие способы попадания влаги в ограждающую конструкцию. Очень часто инженер по ТГВ должен определить причину переувлажнения ограждающей конструкции здания на уже построенном объекте. Обычно такая задача возникает, когда на ограждении выступил конденсат или плесень. Очень часто это не связано с конденсацией влаги в толще конструкции.

Существует так называемая *строительная, или начальная, влага* — влага материалов ограждающей конструкции после возведения здания. Многие процессы строительства, например кладка кирпича или оштукатуривание, ведут к сильному увлажнению строительных

материалов. Поэтому в первые два-три года после возведения здания и запуска системы отопления происходит просушка здания. Количество влаги в материалах здания в процессе эксплуатации здания значительно меньше, чем при его вводе в эксплуатацию.

Грунтовая влага — влага, поступающая в ограждение путем капиллярного всасывания жидкой влаги из грунта. Некоторые материалы могут всасывать влагу на расстоянии до 2,5 м от уровня земли. Для предотвращения капиллярного увлажнения применяют гидроизоляционные слои. Однако часто случается повреждение архитектурного узла здания с разрывом гидроизоляции. Обычно увлажнению подвергаются либо первые этажи здания, либо его подземная часть. Устранить влагу можно только путем определения места разрыва гидроизоляции и восстановления (замены) поврежденного участка.

Атмосферная влага — это влага, попадающая в здание из-за дождей и конденсации на наружных поверхностях конструкции. Обычно для избегания ее попадания производится герметизация всех стыков стеновых панелей и кровли, а также применяются гидроизоляционные материалы снаружи здания (водонепроницаемые мембраны, штукатурки).

Эксплуатационная влага — влага, попадающая в ограждение во время его эксплуатации. Примером эксплуатационной влаги может быть мокрая частая уборка полов, а также разрыв систем отопления, водопровода, канализации. Очень сложно определить протечку от инженерных систем, если они проложены в толще ограждающей конструкции и не могут быть полностью осмотрены.

5. АНАЛОГИЯ МЕЖДУ ЗАДАЧАМИ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ И ВЛАГОПЕРЕНОСА И ИХ ПРИНЦИПИАЛЬНЫЕ РАЗЛИЧИЯ

В основе задачи теплопереноса лежит дифференциальное уравнение теплопроводности:

$$c \gamma_0 \frac{dt}{d\tau} = \frac{d}{dx} \left(\lambda \frac{dt}{dx} \right), \quad (2)$$

где c — теплоемкость материала, Дж/(кг·°C); γ_0 — плотность сухого материала, кг/м³; t — температура, °C; τ — время, с; x — координата, м; λ — теплопроводность материала ограждающей конструкции, Вт/(м·°C).

Для однослойной ограждающей конструкции уравнение (2) может быть записано в виде

$$\frac{dt}{d\tau} = a \frac{d^2 t}{dx^2}, \quad (3)$$

где a — температуропроводность, м²/с.

Аналогично возможно записать уравнение влагопереноса:

$$\frac{dF(w, t)}{d\tau} = k_F(w, t) \cdot E_t(t) \frac{d^2 F(w, t)}{dx^2}, \quad (4)$$

где F — потенциал влажности В.Г. Гагарина и В.В. Козлова, Па; w — влажность материала, кг/кг (1 кг/кг = 100 % по массе); k_F — коэффициент тепловлажностных свойств материала, м²/(с·Па); E_t — давление насыщенного водяного пара, Па.

Если рассмотреть уравнения (3) и (4), то можно отметить, что они имеют одинаковую форму: в обоих уравнениях в левой части стоит первая частная производная переменной по времени, а в правой — вторая производная переменной по координате в квадрате.

Однако уравнение влагопереноса (4) значительно сложнее, чем уравнение теплопроводности (3). Во-первых, под знаком производной в уравнении теплопроводности стоит температура, а в уравнении влагопереноса — потенциал влажности, который сам является функцией двух переменных: влажности и температуры.

Потенциал влажности может быть проиллюстрирован с помощью шкалы потенциала влажности (рис. 3). Фактически представленный рисунок отражает зависимость влажности от температуры и потенциала влажности в графическом виде.

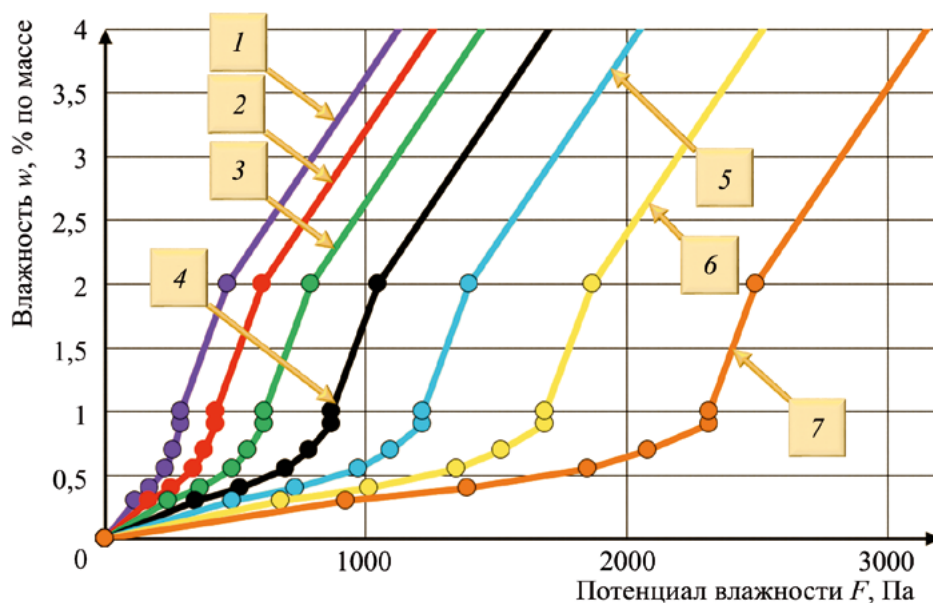


Рис. 3. Шкала потенциала влажности для силикатного кирпича:
 1 — температура $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$; 2 — температура $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$; 3 — температура $0\text{ }^{\circ}\text{C}$;
 4 — температура $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$; 5 — температура $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$; 6 — температура $+15\text{ }^{\circ}\text{C}$; 7 — температура $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$

В уравнении теплопроводности (3) коэффициент температуропроводности может быть принят константой, что существенно упрощает расчет. В уравнении влагопереноса (4) коэффициент тепловлажностных свойств материала зависит и от влажности, и от температуры, что существенно усложняет его определение.

Более того, в уравнение (4) входит давление насыщенного водяного пара, которое напрямую зависит от температурного поля конструкции. Связь между температурой и давлением насыщенного водяного пара может осуществляться по таблице прил. 1.

Важная особенность уравнения теплопроводности — оно решается относительно температуры. Температура является целью расчета. Поэтому температура в стационарном случае принимает форму прямой линии.

Стационарное распределение температуры в однослойной ограждающей конструкции из газобетона представлено на рис. 4.

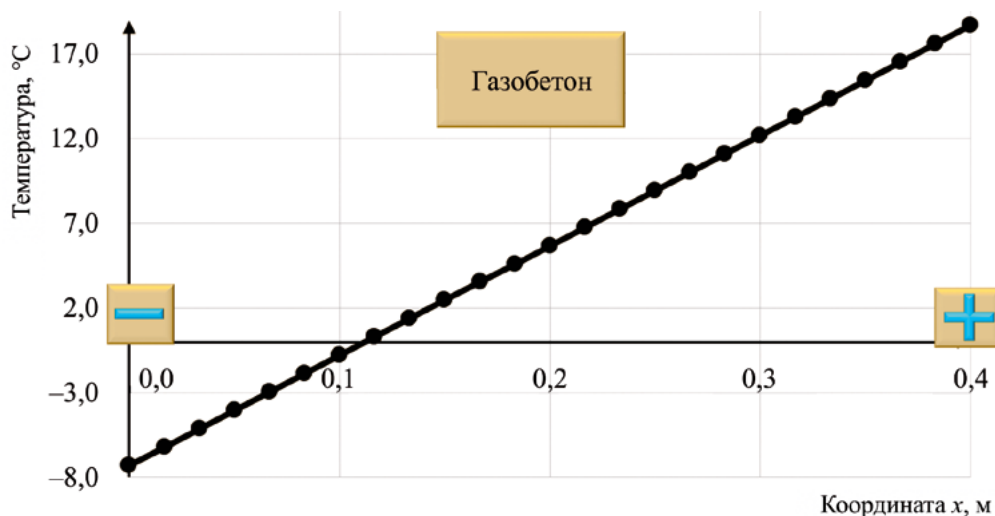


Рис. 4. Стационарное распределение температуры в ограждающей конструкции из газобетона

Влажность же даже в стационарном состоянии отлична от прямой линии. Это получается за счет того, что уравнение (4) решается относительно потенциала влажности, а цель расчета — сама влажность материала.

Стационарное распределение влажности в однослойной ограждающей конструкции из газобетона представлено на рис. 5.

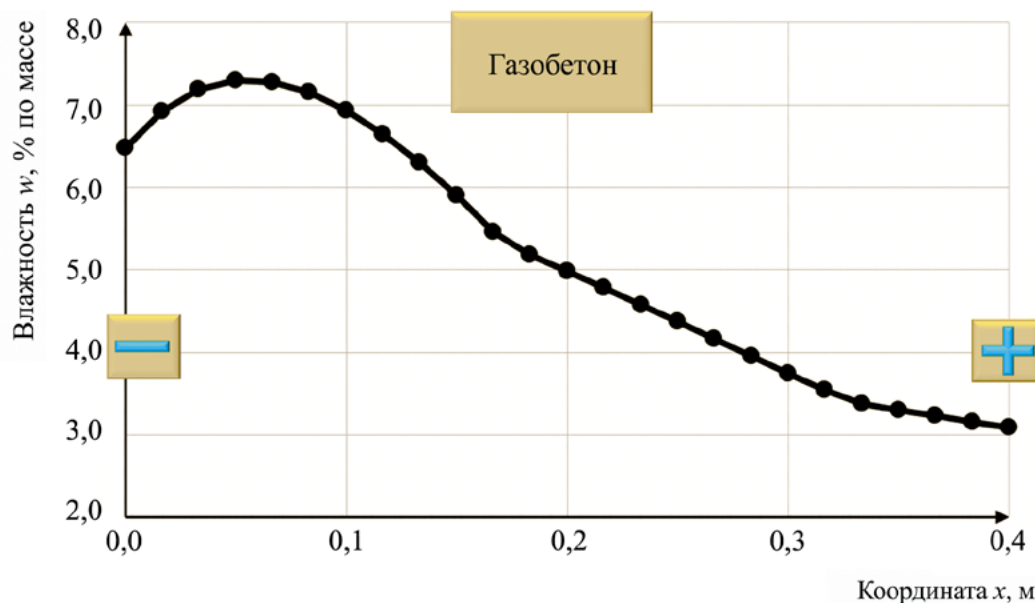


Рис. 5. Стационарное распределение влажности в ограждающей конструкции из газобетона

Наконец, стоит отметить, что изменение поля влажности в толще ограждающей конструкции происходит значительно медленнее, чем изменение температуры, поэтому влажностный режим даже приближенно нельзя считать стационарным.

6. ВЛИЯНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ ВЛАЖНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ИХ КОЭФФИЦИЕНТЫ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ

Энергосбережение является одним из ключевых направлений развития строительной отрасли. Результатом оценки влажностного состояния ограждающей конструкции является определение влажности строительных материалов в режиме эксплуатации. Очевидно, что чем выше влажность строительных материалов, тем выше их теплопроводность, следовательно, выше тепловые потери здания. Для повышения уровня энергосбережения здания следует проектировать ограждающую конструкцию с минимально возможной эксплуатационной влажностью.

В настоящее время в практику строительства введен СП 50.13330.2012. Согласно нормативному документу предполагается определение зон влажности района строительства по климатической карте: сухая, нормальная, мокрая; выбор влажностного режима помещения здания в зависимости от относительной влажности и температуры внутреннего воздуха: сухой, нормальный, влажный, мокрый. По таблицам определяются режим эксплуатации ограждающей конструкции (А или Б) и теплопроводность для условий А или Б.

По значению влажности строительных материалов в режиме эксплуатации можно вычислить коэффициент эксплуатационной теплопроводности материала:

$$\lambda_w = \lambda_0 + w \cdot \Delta\lambda_w, \quad (5)$$

где λ_w — коэффициент теплопроводности материала при влажности w , Вт/(м·°С); λ_0 — коэффициент теплопроводности сухого материала, Вт/(м·°С); $\Delta\lambda_w$ — изменение теплопроводности материала, при изменении его массовой влажности на 1 %, Вт/(м·°С·%).

Формула (5) может быть записана с использованием коэффициента теплотехнического качества (КТК) η :

$$\lambda_w = \lambda_0 (1 + \eta w). \quad (6)$$

КТК используют для вычисления теплопроводности, так как он обычно является константой для группы материалов. Например, значение η будет одинаковым для газобетонов.

За рубежом в Европейском Союзе применяются стандарты ISO, согласно которым коэффициент теплопроводности определяется по формуле

$$\lambda_2 = \lambda_1 F_T F_m F_a, \quad (7)$$

где λ_2 — коэффициент теплопроводности материала в условиях 2, Вт/(м·°C); λ_1 — коэффициент теплопроводности материала в условиях 1, Вт/(м·°C); F_T — коэффициент, учитывающий влияние температуры на теплопроводность; F_m — коэффициент, учитывающий влияние влажности материала на теплопроводность; F_a — коэффициент, учитывающий влияние старения материала на теплопроводность.

7. МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ОТ ПЕРЕУВЛАЖНЕНИЯ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

В современной практике строительства принято составление баланса влагопереноса относительно места наибольшего увлажнения ограждающей конструкции. Данное место называется плоскостью максимального увлажнения. Посмотрите на рис. 5. Наибольшее увлажнение в представленной ограждающей конструкции находится на расстоянии 0,07 м от наружной поверхности ограждения.

Таким образом, чтобы убедиться в возможности эксплуатации той или иной ограждающей конструкции, сначала вычисляют положение плоскости максимального увлажнения, затем относительно плоскости максимального увлажнения проверяют выполнение двух условий:

– «недопустимости накопления влаги в ограждающей конструкции за годовой период эксплуатации»;

– «ограничения влаги в ограждающей конструкции за период с отрицательными средними месячными температурами наружного воздуха».

Если оба условия одновременно выполняются, то данная конструкция пригодна для эксплуатации. В противном случае — не пригодна, и требуется ее замена на другую. Например, можно добавить слой пароизоляции с внутренней поверхности конструкции и повторить расчет. Слой пароизоляции представляет собой тонкий материал с очень низким коэффициентом паропроницаемости.

Для определения плоскости максимального увлажнения предварительно рассчитывают значение вспомогательной функции — комплекса максимального увлажнения:

$$f_i(t_{м.у}) = 5330 \frac{R_{о.п} (t_b - t_{н.отр}) \mu_i}{R_o^{учл} (e_b - e_{н.отр}) \lambda_i}, \quad (8)$$

где f_i — комплекс максимального увлажнения для i -го слоя ограждающей конструкции, (°C)²/Па; $t_{м.у}$ — температура максимального увлажнения, °C; $R_{о.п}$ — общее сопротивление паропроницанию ограждающей конструкции, (м²·с·Па)/кг; t_b — расчетная температура внутреннего воздуха, °C; $t_{н.отр}$ — средняя температура наружного воздуха для периода с отрицательными среднемесячными температурами, °C; $R_o^{учл}$ — условное сопротивление теплопередаче однородной многослойной ограждающей конструкции, (м²·°C)/Вт; e_b — парциальное давление водяных паров во внутреннем воздухе, Па; $e_{н.отр}$ — среднее парциальное давление водяного пара наружного воздуха периода месяцев с отрицательными среднемесячными температурами, Па; μ_i — коэффициент паропроницаемости для i -го слоя ограждающей конструкции, мг/(м·ч·Па); λ_i — коэффициент теплопроводности для i -го слоя ограждающей конструкции, Вт/(м·°C).

8. ТЕПЛОВОЙ РЕЖИМ ПОМЕЩЕНИЯ

Тепловой режим ограждающих конструкций неразрывно связан с влажностным и одновременно с этим оказывает значительное влияние и на параметры состояния внутренней среды здания. Для определения нагрузок на системы климатизации принято составлять уравнения теплового баланса для каждого из помещений здания. В результате этого действия в распоряжении проектировщика оказываются однозначным образом определенные расходы тепловой энергии, приточного воздуха, а также всех остальных используемых для обеспечения параметров среды ресурсов. В зимний период для определения мощности системы отопления в помещении для него составляется так называемое уравнение теплового баланса:

$$Q_{\text{расч}} = Q_{\text{т.п}} + Q_{\text{инф(в)}} - Q_{\text{б}}, \quad (9)$$

где $Q_{\text{расч}}$ — установочная мощность системы отопления, Вт; $Q_{\text{т.п}}$ — трансмиссионные теплопотери здания, Вт; $Q_{\text{инф(в)}}$ — большее из значений: теплопотери на нагрев инфильтрующегося воздуха $Q_{\text{инф}}$, Вт, или теплотраты на нагревание наружного воздуха, проникающего в помещения за счет организованного притока через оконные клапаны, форточки, фрамуги и другие устройства для вентиляции помещений, $Q_{\text{в}}$, Вт; $Q_{\text{б}}$ — бытовые тепловыделения, Вт.

Трансмиссионными мы называем потери теплоты посредством теплопроводности через толщину наружных ограждений с учетом процессов теплообмена на внутренней и наружной поверхностях.

Инфильтрация — это процесс проникновения наружного воздуха в объем здания через неплотности наружного ограждения под действием сил естественного гравитационного и ветрового давлений. Процесс, обратный инфильтрации, называется *эксфильтрацией*.

В некоторых ситуациях инфильтрационные теплопотери будут ничтожно малы, и мы их в уравнении (9) учитывать не станем. Произойдет это тогда, когда в здании будет предусмотрена полностью сбалансированная система механической приточно-вытяжной вентиляции и неорганизованного поступления холодного уличного воздуха в помещения происходить не будет. Дополнительно этому будет способствовать устройство окон в переплетах повышенной плотности или окон, для которых вовсе не предусматриваются возможности открытия. Однако не стоит думать, что эта составляющая, исчезнув из уравнения теплового баланса всех помещений, перестанет оказывать влияние на величину суммарной тепловой мощности системы теплоснабжения здания. Не стоит забывать, что свежий приточный воздух, который в зимнее время будет забираться системой вентиляции с улицы, все равно необходимо нагревать. Производиться это будет в специальном воздухонагревателе, встраиваемом, как правило, в приточную вентиляционную установку. Таким образом, произойдет перераспределение тепловой нагрузки с системы отопления на ту часть системы теплоснабжения, которая обслуживает приточную вентиляцию.

Также отметим, что величина бытовых тепловыделений $Q_{\text{б}}$ в некоторых расчетах может быть не учтена или заменена на другую — $Q_{\text{техн}}$, которая будет содержать в себе величину поступления теплоты от технологических источников. Разумеется, это характерно для помещений производственного назначения, где может стоять оборудование, которое в процессе работы нагревается и рассеивает в окружающем пространстве значительное количество теплоты. Иногда для помещений с интенсивным тепловым процессом в технологической цепочке производства величина $Q_{\text{техн}}$ может оказаться так велика, что в левой части уравнения (9) образуется отрицательная величина. Такая ситуация будет означать, что такое помещение в соответствии со сложившимся тепловым балансом просто не будет нуждаться в компенсации потерь теплоты. И, следовательно, в таком помещении не будет острой потребности в работе системы отопления в периоды, когда действует в расчетном режиме тепловыделяющее технологическое оборудование. А в ситуациях, когда работа предприятия организована в три смены, т.е. круглосуточно, такое помещение вообще будет обходиться в зимнее время без отопления.

Конец ознакомительного фрагмента.

Приобрести книгу можно

в интернет-магазине

«Электронный универс»

e-Univers.ru