МЕТОДИЧЕСКОЕ УКАЗАНИЕ

По выполнению «теплотехнического расчета ограждающих конструкций» по дисциплине «Архитектура ПГЗ» для студентов строительного факультета специальности 1202 «ПГС»

Методика выполнения теплотехнического расчета

1 Расчет ограждения по зимним условиям эксплуатации здания

Порядок выполнения работы

1.1 Изображается разрез конструкции ограждения с указанием материалов слоев ограждения, их толщины и плотности

1.2 Условно принимается тепловая инерция ограждения Д. Практика теплотехнических расчетов показала, что при расчете стен рекомендуется принимать тепловую инерцию 4<Д<7, а при расчете совмещенного покрытия Д<4

1.3 Определяется требуемое сопротивление ограждение теплопередаче R(м°С)/Вт, по формуле

tв -расчетная температура внутреннего воздуха, С;

tн -расчетная зимняя температура наружного воздуха, С, принимается в соответствии с указаниями табл.5 СНиП П-3-79х

n -коэффициент, зависящий от положения наружной поверхности ограждения по отношению к наружному воздуху;

 -нормативный температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждения, С;

 -коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждения, Вт/(м°С)

1.4 Принимается влажностный режим помещения ,%

1.5 По схематической карте «Зоны влажности территории СССР» определяется зона влажности пункта строительства

1.6 В соответствии с определенной в п. 1.5 зоной влажности пункта строительства и принятым в п. 1.4 влажностным режимом помещения определяется , по каким условиям (А или Б) следует принимать в расчете значение коэффициентови. Принимаются значения и для материалов слоев рассчитываемой ограждающей конструкции

1.7 Вычисляются термические сопротивления отдельных слоёв ограждения, R, (м°С)/Вт

 - толщина слоя ограждения, м;

 - расчетный коэффициент теплопроводности материала слоя ограждения, Вт/(м°С)

Причём, при наличии в ограждении замкнутой воздушной прослойки, её термическое сопротивление Rвп определяется по Приложению 4 СНиП П-3-79 .

* 1. Вычисляется ощее сопротивление теплопередаче многослойного ограждения R(м°С)/Вт, по формуле

или по формуле:

если внутри ограждения имеется воздушная прослойка.

Нумерация слоёв ограждения ведется последовательность от внутренней поверхности к наружной.

 -сопротивление тепловосприятию,

 -сопротивление теплоотдаче

 -коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждения, Вт/(м°С)

 -коэффициент теплоотдачи (для зимних условий) наружной поверхности ограждения, Вт/(м °С)

1.9 Приравнивая значения и ,определяется толщина слоя утеплителя в покрытии или толщина кирпичной кладки, а затем их термическое сопротивление

1.10 Вычисляется тепловая инерция отдельных слоёв рассчитываемого ограждения по формуле

D = RS

а затем фактическая тепловая инерция всего ограждения по формуле:

 -коэффициенты теплоусвоения материала отдельных слоёв ограждения

Вт/( °С)

 -термические сопротивления отдельных слоёв ограждения, (°С)/Вт

При определении теплоусвоения воздушных прослоек принимается коэффициент теплоусвоения воздуха .

Слои конструкции, расположенные между воздушной прослойкой, вентилируемой наружным воздухом и наружной поверхностью ограждающей конструкции, не учитываются в расчете.

1.11 Сравнивается фактическая степень тепловой инерции ограждающей конструкции с принятой условно в начале расчета и делается вывод

Если фактическая тепловая инерция ограждения не совпадает с условно принятой в начале расчета – это значит, что принятая зимняя температура наружного воздуха при определении принята неправильно и расчет следует пересчитать в соответствии с вновь принятой температурой для фактической тепловой инерции ограждающей конструкции.

П. Расчёт ограждения, находящегося под воздействием солнечной редакции

Порядок выполнения работы

П.1 Вычисляется расчетная амплитуда колебаний температуры наружного воздуха с учетом солнечной радиации , °С , по формуле

 -соответственно максимальное и среднее суточные значения суммарной солнечной радиации (прямой и рассеянной) за июль, падающей на наружную поверхность ограждения, принимаемые для наружных стен как для вертикальной поверхности западной ориентации и для покрытия как для горизонтальных поверхностей;

 -коэффициент поглощения солнечной радиации материалом наружной поверхности ограждения;

-максимальная амплитуда суточных колебаний температуры наружного воздуха в июле, °С ;

 -коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции по летним условиям, который определяется по формуле, Вт/(°С);

v -минимальная из средних скоростей ветра по румбам за июль, повторяемость которых составляет 16% и более, но не менее 1 м/С; А- переводной коэффициент, А = 1,16

П .2 Вычисляется величина затухания амплитуда колебаний температуры наружного воздуха в ограждении по формуле

 -расчётные коэффициенты теплоусвоения материала отдельных слоёв ограждения, Вт/(°С);

 -коэффициенты теплоусвоения наружных поверхностей отдельных слоёв ограждения , Вт/(°С);

, - коэффициенты теплоотдачи внутренней и наружной поверхностей ограждения, Вт/(°С);

e=2,718 -основание натуральных логарифмов;

D -тепловая инерция всего ограждения;

n -число слоёв в ограждении.

Коэффициент теплоусвоения наружной поверхности слои У, Вт/(°С), с тепловой инерцией D 1 следует принимать равным коэффициенту теплоусвоения S материала этого слоя конструкции, т. е. У = S.

Коэффициент теплоусвоения наружной поверхности слоя У с тепловой инерцией D<1 следует определять расчётом, начиная с первого слоя ( считая от внутренней поверхности ограждения) следующим образом:

а) для первого слоя по формуле

б) для n -го слоя по формуле

 -коэффициенты теплоусвоения наружной поверхности соответственно первого, n-го и (n-1)-го слоёв ограждения, Вт /(°С);

 -термические сопротивления соответственно первого и n-го слоёв ограждения

(°С)/ Вт

 -коэффициенты теплоусвоения материалов соответственно первогои n-го слоёв ограждения, Вт / (°С);

 -коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждения, Вт /(°С);

П. 3 Вычисляется амплитуда колебаний температуры внутренней поверхности ограждения °С , по формуле

П. 4 Вычисляется требуемая амплитуда колебаний температуры внутренней поверхности ограждения , °С , по формуле

 -среднемесячная температура наружного воздуха за июль , °С.

П. 5 Сравнивая величины и , делаются выводы. Если при расчёте окажется, что > , то необходимо будет предусмотреть специальные мероприятия, защищающие здание от перегрева.

Ш. Расчёт температурно-влажностного режима ограждения

Порядок выполнения работы

Ш.1 Вычисляется температура внутренней поверхности ограждения , С, по формуле

,-то же, что в п. 1.3,

 -то же, что в п. 1.8.

 -температура наружного воздуха наиболее холодного месяца.

Ш. 2 Определяется упругость водяного пара , Па, в помещении, соответствующая температуре внутреннего воздуха помещения , °С.

III. 3 Вычисляется действительная упругость военного пара внутреннего воздуха в помещении , Па, при расчетной температуре и влажности этого воздуха по формуле:

III. 4 Определяется температура, соответствующая найденному значению , которая будет являться точной росы.

III. 5. Сравнивая значения температуры точки росы и температуры внутренней поверхности ограждения , делается вывод о возможности конденсации водяных паров на внутренней поверхности ограждения. Если будет больше , то конденсация паров на поверхности ограждения не будет. Если при сравнении окажется, что <, то необходимо предусмотреть меры против конденсации влаги на внутренней поверхности ограждения.

III. 6. Вычисляется температура на поверхности отдельных слоев ограждения ,°С, по формуле:

-сумма термических сопротивлений n-I слоев ограждения;

 - сопротивление теплопередачи ограждения;

- температура наружного воздуха;

- температура внутреннего веса;

-сопротивление тепловосприятию ограждения;

III. 7 Определяются соответствующие найденным температурам поверхностей отдельных слоев ограждения значение упругости водяного пара .

III. 8 Вычисляется сопротивление паропроницанию отдельных слоев ограждения

 ()/мг по формуле

- толщина слоя ограждения, м;

- Расчетный коэффициент паропроницаемости материала слоев ограждения, мг/(м•ч•Па).

Сопротивление паропроницанию воздушных слоев следует принимать равным нулю независимо от их толщины и расположения.

III.9 Вычисляется общее сопротивление паропроницанию ограждения Rоп мг/(м•ч•Па), по формуле

 - сопротивление влагообмену внутренней поверхности ограждения, мг/(м•ч•Па);

 - сопротивление влагообмену наружной поверхности ограждения, мг/(м•ч•Па);

 -сопротивление паропроницанию отдельных слоев ограждения, мг/(м•ч•Па).

Сопротивление определяется по формуле:

 - относительная влажность воздуха в помещении, %

Поскольку величина значительно меньше сопротивления паропроницанияю отдельных слоев ограждения, для практических расчетов можно принимать

=0,2мг/(м•ч•Па), =0,1 мг/(м•ч•Па).

III. 10 Сравнивая значение сопротивления паропроницанию первого и последнего слоев ограждения и делается вывод о необходимости расчета ограждения на диффузионное увлажнение. Необходимость выполнения этого расчета возникает в том случае, если <. Если >, то дальнейший расчет не производят, т.к. не происходит диффузионное увлажнение ограждения.

III. 11 Определяется относительная влажность наружного воздуха наиболее холодного месяца .%

III. 12 Определяется упругость водяного пара наружного воздуха , Па, соответствующая средней температуре наружного воздуха наиболее холодного месяца , °С.

III. 13 Вычисляется действительная упругость водяного пара наружного воздуха , Па по формуле:

III. 14 Вычисляется упругость водяного пара на границах слоев ограждений по формуле

 -упругость водяного пара на внутренней поверхности любого n-1 слоев ограждение, Па;

-сумма сопротивлений паропроницанию n-1 слоев ограждения, считая от внутренней поверхности, мг/(м•ч•Па)

- сопротивление влагообмену внутренней поверхности ограждения, мг/(м•ч•Па)

- общее сопротивление внутренней поверхности ограждения, мг/(м•ч•Па)

- упругость водяного пара внутренней и наружной поверхности ограждения, Па

III.15 Вычисляется относительная влажность воздуха отдельных слоев ограждения , %, по формуле:

III. 16 Анализируя полученные результаты при определении относительной влажности воздуха в слоях ограждения, делается вывод. Если в каком-либо слое относительная влажность воздуха превышает 100%,это значит , что в этом слое ограждения выпадает конденсат. В этом случае необходимо предусмотреть меры по борьбе с конденсацией влаги в ограждении.

Ш. 17 Вычерчивается схема температурно-влажностного состояния ограждающей конструкции.

Изучение распределения влажности в наружных кирпичных стенах в зимнее время показано, что влажность материала оказывается максимальной в середине стены и понижается к внутренней и наружной её поверхности.

При построении схемы температурно-влажностного режима ограждения отсутствие пересечения линий «е» и «Е» показывает , что в этом случае конденсации влаги в ограждении нет.

Меры по защите зданий от перегрева.

Мерами по защите зданий от перегрева их солнечной радиацией являются :

1. Повышение теплоустойчивости ограждений в отношении затухания в них температурных колебаний – повышение величины .

1. Снижение коэффициента теплопоглощения солнечной радиации наружной поверхности ограждения – применение светлых окрасок.
2. Экранирование наружных ограждений от солнечных лучей–устройство насаждений около наружных стен и т.д..
3. Применение чердачных перекрытий или совмещенных покрытий с воздушной прослойкой, вентилируемой наружным воздухом.

Меры против конденсации влаги на поверхности ограждения.

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

 Во избежание конденсации влаги на внутренней поверхности ограждения достаточно повысить температуру его поверхности выше точки росы. Повышение температуры может быть достигнуто или увеличением сопротивления теплопередаче ограждения или уменьшением сопротивления тепловосприятию .

На характер конденсации влаги на внутренней поверхности ограждения кроме температуры оказывает влияние также обработка этой поверхности. Структура внутренней штукатурки оказывает большое влияние на появление видимой конденсации на поверхности ограждения. Пористый материал (пористая штукатурка) на внутренней поверхности ограждения имеет преимущество перед плотной штукатуркой (цементной) и поверхностями ограждения, покрытыми масляной краской.

Меры против конденсации влаги в ограждении.

Основным конструктивным мероприятием для обеспечения ограждения от конденсации в нем влаги является рациональное расположение в ограждении слоёв различных материалов. Материалы ограждения должны располагаться в следующем порядке: у внутренней поверхности-материалы плотные, теплопроводные и малотеплопроводные, а к наружной поверхности наоборот, пористые , малотеплопроводные и более паропроницаемые . При таком расположении слоёв в ограждении падение упругости водяного пара будет наибольшим в начале ограждения , а падение температуры , наоборот , в конце ограждения. Это не только обеспечит ограждение от конденсации в нём влаги , но и создаёт условия , предохраняющие от сорбционного увлажнения.

Если по техническим или конструктивным соображениям такое расположение материалов в ограждении невозможно , то для обеспечения его от внутренней конденсации принимают «пароизоляционные слои», т.е. слои , состоящие из паронепроницаемых материалов или обладающих очень малой проницаемостью. Очень малую паропроницаемость имеют битумные мастики ,лаки , смолы , хорошо выполненная масляная окраска , рубероид , пергамин , толь. Слои из таких материалов оказывают значительное сопротивление потоку водяного пара , проходящему через ограждения , уменьшают количество его и характер упругости водяного пара в ограждении.

Пароизоляционный слой должен располагаться первым в направлении потока пара , т.е. в наружных ограждениях отапливаемых зданий на их внутренней поверхности.

Для того ,чтобы обеспечить нормальный влажностный режим ограждений необходимо располагать пароизоляционный слой у внутренней поверхности не глубже той плоскости , температура которой равна точке росы внутреннего воздуха.

ПРИМЕРЫ ВЫПОЛНЕНИЯ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИХ РАСЧЕТОВ В ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

ПРИМЕР 1. Определить необходимую толщину кирпичной кладки наружной стены жилого дома в г.Ташкенте.

м -штукатурка известково-песчанным раствором,

-кирпичная кладка из глиняного обыкновенного кирпиче на цементно-песчаном растворе, ;

м – штукатурка сложным раствором

Решение

Условно принимаем, что конструкция стены средней инерционности, т.е. 4<Д<7.

Вычисляем требуемое сопротивление стены теплопередаче (°С)/Вт по формуле

=18°С- температура внутреннего воздуха помещения (табл.1)

N=1- коэффициент, зависящий от положения наружной поверхности ограждения по отношению к наружному воздуху (табл.3 СНиП П-3-79);

=8,7Вт/(°С)- коэффициент теплопередачи внутренней поверхности ограждения (табл.4 СНиП П-3-79);

=6° -нормативный температурный перепад (табл.2 СНиП П-3-79);

Температура наружного воздуха наиболее холодной пятидневки-15°С, наиболее холодных суток -18°С, отсюда

°С- температура наружного воздуха

Принимаем =17°С (табл.1 СНиП П-А 6-72 с учетом указаний табл.5 СНиП П-3-79)

Отсюда (°С)/Вт

По табл.2 принимаем влажность внутреннего воздуха =55%, т.е. влажностный режим помещения нормальный (табл.1 СНиП П-3-79).

По схематической карте «Зоны влажности» определяем, что г.Ташкент относится к сухой зоне влажности (приложение1 СНиП П-3-79).

По приложению 2 СНиП П-3-79 определяем, что при нормальном влажностном режиме помещения в сухой зоне влажности района строительства значения коэффициентов теплопроводимости и теплоусвоения S должны приниматься по условиям эксплуатации А.

Принимаем по приложению 3 СНиП П-3-79значения этих коэффициентов:

Известково-песчаный раствор- ,

=0,7Вт/(м°С), S=8.69Вт/(°С)

Кирпичная кладка для глиняного обыкновенного кирпича на цементно песчаном растворе

, =0,7Вт/(м°С), S=9,2Вт/(°С)

Сложный раствор

, =0,7Вт/(м°С), S=8,95Вт/(°С)

Вычисляется термические сопротивления отдельных слоёв ограждения R, (°С)/Вт, по формуле

- толщина слоя ограждения, м

-коэффициент теплопроводимости, Вт/(м°С)

Для первого слоя (считая от внутренней поверхности ограждения):

(°С)/Вт

Для второго слоя

Для третьего слоя

(°С)/Вт

Вычисляем фактическое общее сопротивление теплопередачи ограждения , (°С)/Вт, по формуле

(°С)/Вт

(°С)/Вт

=23 Вт/(°С)- коэффициент теплоотдачи для зимних условий эксплуатации наружной поверхности ограждения (табл.6 СНиП П-3-79).

(°С)/Вт

Используется выражение ≤ приравниваем значения и и определяем толщину кирпичной кладки

,

Отсюда =0,32м.

Принимаем толщину кирпичной кладки 1,5 кирпича, т.е. =0,32м.

Термическое сопротивление кирпичной кладки

(°С)/Вт

Вычисляем тепловую инерцию отдельных слоев стены Д по формуле

Д=RS

Для первого слоя:

Для второго слоя:

Для третьего слоя:

Фактическая тепловая инерция стены определяется по формуле

Фактическая тепловая инерция стены 4<Д<7, т.е. тепловая инерция совпадает с условно принятой в начале расчета.

ПРИМЕР 2. Определить необходимую толщину утеплителя при устройстве совмещенного покрытия жилого дома в г.Ташкенте.

м -железобетон,

 м -воздушная прослойка

м –железобетон , многопустотная плита

м – слой пергамина, - пароизоляция

– керамзит, - утеплитель;

м- цементная стяжка, - выравнивающий слой;

м – три слоя обыкновенного рубероида, -кровельный ковер;

(Примечание: для упрощения расчета толщина пароизоляции и кровельного ковра принята общей с битумной мастикой, которая не выделяется в отдельные слои покрытия, толщина одного слоя мастики для наклейки кровельного ковра принята 2мм).

Решение

Условно принимаем, что конструкция покрытия средней инерционности, т.е. 4<Д<7.

Вычисляем требуемое термическое сопротивление теплопередаче покрытия

(°С)/Вт по:

(°С)/Вт

(Номера таблиц для принятия цифровых значений коэффициентов формул смотри пример 1)

Принимаем по приложению 3 СНиП П-3-79значение коэффициентов теплопроводимости и коэффициентов теплоусвоения S для материалов слоев ограждения

железобетон -

=1,92Вт/(м°С), S=17,98Вт/(°С)

пергамин - , =0,17Вт/(м°С), S=3,53Вт/(°С)

керамзит - , =0,21Вт/(м°С), S=3,36Вт/(°С)

цементно-песчаный раствор - , =0,76Вт/(м°С), S=9,60Вт/(°С)

рубероид - , =0,17Вт/(м°С), S=3,53Вт/(°С)

Термическое сопротивление отдельных слоев ограждения R, (°С)/Вт

Для первого слоя

(°С)/Вт

Для второго слоя – т.к. вторым слоем является замкнутая воздушная прослойка, то ее сопротивление принимается по приложению 4 СНиП П-3-79

(°С)/Вт

Для третьего слоя

(°С)/Вт

Для четвертого слоя

(°С)/Вт

Пятый слой

Шестой слой

(°С)/Вт

Седьмой слой

(°С)/Вт

Фактическое общее сопротивление теплопередаче покрытия

Приравнивая значения и , вычисляем требуемую толщину слоя утеплителя

, отсюда =0,084м

Термическое сопротивление слоя утеплителя

(°С)/В

Тепловая инерция отдельных слоев ограждения

первый слой:

второй слой:

третий слой:

четвертый слой:

пятый слой:

шестой слой:

седьмой слой:

Фактическая тепловая инерция покрытия

Фактическая тепловая инерция покрытия Д=2,611, следовательно, ограждение малой инерционности (1,5<Д<7), что не совпадает с условно принятой в начале расчета инерционностью (4<Д<7). Отсюда следует, что принятой в начале расчета значение расчетной зимней температуры наружного воздуха принято неверно и расчет следует пересчитать, приняв значение для ограждения малой инерционности.

Принимаем значение =-18°С (для ограждения малой инерционности как среднюю температуру наиболее холодных суток), тогда

(°С)/Вт

Тогда пересчитаем формулу

находим, что

0,93=0,51+ или 0,42===,

отсюда

=0,42•0,21=0,088м

тогда

и

Пример 3. Вычисляем расчетную амплитуду колебаний температуры наружного воздуха с учетом солнечной радиации

, °С по формуле

=0,7 – коэффициент поглощения солнечной радиации материалом наружней поверхности ограждения (приложение 7 СНиП П-3-79);

=490+153=643 Вт/м, =150 Вт/м- соответственно максимальные и средние суточное значения суммарной солнечной радиации (прямой и рассеянной) за июль, подающей на наружную поверхность ограждения (табл. 9 СНиП П-А 6-72), принимается в зависимости от географической широты района строительства (табл.3);

=23,7°-максимальная амплитуда суточных колебаний температуры наружного воздуха в июле (табл. 2 СНиП П-А 6-72);

- коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждения (по условиям), вычисляются по формуле

 Вт/м°С

=1,4м/с- минимальная из средних скоростей ветра по румбам за июль, повторяемость которых составляет 16% и более, но не менее 1м/с (табл. 9 СНиП П-А 6-72);

Тогда

Вычисляем величину затухания амплитуды колебаний температуры наружного воздуха в ограждении по формуле

е=2,718 – основания натуральных логарифмов, причем значения можно принимать по табл.4

Д=5,41 – тепловая инерция ограждения (см.пример 1);

 - расчетные коэффициенты теплоусвоения материала отдельных слоёв ограждения

Вт/( °С) (см.пример 1);

- коэффициенты теплоусвоения наружных поверхностей отдельных слоев ограждения, вычисляют в зависимости от величины тепловой инерции отдельных слоев ограждения, Вт/( °С) (см.пример 1);

, - коэффициент теплоотдачи внутренней и наружной поверхностей ограждения, Вт/(м°С) (см.пример 1);

Для первого слоя Д=0,18<1, тогда

Вт/( °С)

Для второго слоя Д=4,97>4,тогда

 Вт/( °С)

Для третьего слоя Д=0,26< 10 тогда

 Вт/( °С)

Все цифровые значения - см. пример1.

Вычисляем амплитуду колебания температуры внутренней поверхности стены , °С по формуле:

°С

Вычисляем требуемую амплитуду колебаний температуры внутренней поверхности стены ,°С по формуле

°С

=26,9°С- среднемесячная температура наружного воздуха за июль (табл.1 СНиП П-А 6-72)

Сравнивая величины и , делаем вывод, что =0,53 меньше =1,91, это говорит о том, что в помещении будет создан благоприятный температурный режим.

Пример 4

Рассчитать температурный влажностный режим совмещенного невентилируемого покрытия жилого дома в г. Ташкенте и проверить возможность выпадения конденсата в толще этого ограждения (конструкцию покрытия см пример 2).

Решение

Вычисляем температуру на внутренней поверхности покрытия по формуле

°С

значения =18°С, =0,93(°С)/Вт, =8,7(°С)/Вт см пример 2;

=-0,9°С – температура наружного воздуха наиболее холодного месяца (табл.1 СНиП П-А 6-72).

По табл.5 определяем упругость водяного пара в помещении , Па, соответствующую соответствующую температуру внутреннего воздуха в помещении .

Па

Вычисляем действительную упругость водяного пара в помещении , Па, по формуле

Па

=55% - см. пример 1

Определяем по таблице 5 температуру, соответствующую найденному значению Па, которая является точкой росы

°С

Т.к температура внутренней поверхности ограждения =15,66°С, т.е. выше, чем точка росы =8,33°С, то следовательно конденсации водяных паров на внутренней поверхности покрытия не будет. Вычисляем температуру на поверхностях отдельных слоев ограждения , °С по формуле

Значения R cм пример 2

°

°

По табл. 5 определяем соответствующее найденным значениям упругости водяного пара Е

при ==15,66° ==13,73 Па

 =15,34° =13,05 Па

=11,48° =10,18 Па

=11,16° =9,8 Па

=10,87° =9,77 Па

=2,74° =5,34 Па

=1,55° =5,27 Па

==0,32 ° =4,69 Па

Вычисляем сопротивление паропроницанию отдельных слоев ограждения , (ч Па)/мг, по формуле

- толщина отдельных слоев ограждения (см. пример 2), м

- расчетный коэффициент паропроницаемости материалов слоев ограждения (приложение 3 СНиП П-3-79); мг/(м ч Па).

Для первого слоя:

(ч Па)/мг

Т.к. второй слой – воздушная прослойка, то ее сопративление паропроницанию принимается равным нулю, т.е.

Для третьего слоя

(ч Па)/мг

Для четвертого слоя (пароизоляция из пергамина) значение принимается по приложению 11 СНиП П-3-79

(ч Па)/мг

(для пергамина =0,33, для мастики =0,3)

Для пятого слоя

(ч Па)/мг

Для шестого слоя

(ч Па)/мг

Для седьмого слоя (кровельный ковер из рубероида) значения тек же принимается по приложению 11 СНиП П-3-79

(ч Па)/мг

(для одного слоя рубероида =1,1, для одного слоя мастики , =0,3).

Вычисляем общее сопротивление паропроницанию ограждения ,(ч Па)/мг, по формуле

=

=0.2(ч Па)/мг, =0,1(ч Па)/мг – см. методические указания.

Т.к. сопротивление паропроницанию внутреннего слоя покрытия =1меньше, чем наружного =5,6, т.е. =1<=5,6, то какую конструкцию необходимо рассчитать на диффузионное увлажнение.

Определяем упругость водяного пара наружного воздуха ,соответствует средней температуре наружного воздуха наиболее холодного воздуха , при =-0,9°С =4,26Па

Вычисляем действительную упругость водяного пара наружного воздуха , Па по формуле

Па

=73% - средняя относительная влажность наружного воздуха наиболее холодного месяца (табл.4 СНиП П-А 6-72).

Вычисляем действительную упругость водяного пара на границах слоев ограждения по формуле

=

Вычисляем относительную влажность воздуха на границах слоев ограждения ,% по формуле

Для внутренней поверхности

Для второго слоя

Для третьего слоя

Для четвертого слоя

Для пятого слоя

Для шестого слоя

Для седьмого слоя

Для наружной поверхности

Из расчета видно, что под шестым и седьмыми слоями покрытия влажность превышает 100%, т.е. выпадает конденсат.

Мерой против конденсации влаги внутри ограждения в данном случае может быть изменение конструкции покрытия путем устройства вентилируемой наружным воздухом воздушной прослойки над цементной стяжкой, т.е. устройство вентилируемого покрытия.

Однако, т.к. район строительства относится к сухой зоне, а климат жаркий и продолжительность теплого периода большая, то предусматривать дополнительные мероприятия по борьбе с конденсатом нет необходимости в связи с тем, что в течение теплого периода влага успевает испариться.

Схема температурно-влажностного покрытия

Расчетная температура внутреннего воздуха

Таблица 1

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | Назначение зданий | Величина  |
| 1 | Жилые дома, общежития, гостиницы: |  |
| А) жилая комната | 18 |
| Б) номер гостиницы | 20 |
| 2 | Административно конторские здания |  |
| а) рабочая комната | 18 |
| Б) вестибюль, зал собраний | 16 |
| В) библиотека КБ | 20 |
| 3 | Лечебно- профилактические учреждения |  |
| А) палата для взрослых, кабинет | 20 |
| Б) палата для детей, операционная | 22 |
| 4 | Детские ясли, сады |  |
| А) игральная, столовая, детская комната | 21-23 20 |
| Б) медицинская комната | 22 |
| 5 | Учебные заведения |  |
| А)классная комната, аудитория  | 18 |
| 6 | Предприятия общественного питания |  |
| А) торговый зал, буфет | 16 |
| 7 | Коммунальные бани  |  |
| А) стиральная | 15 |
| Б) раздевальня, ванная | 25 |
| В) мыльная | 30 |
| 8 | Кинотеатры |  |
| А) зрительный зал |  |
| Б) фойе, кулуар, буфет | 14 |

Относительная влажность внутреннего воздуха

Таблица 2

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | Назначение зданий | Величина  |
| 1 | Помещения жилых жомов, общежитий, гостиниц, санаториев, музеев, библиотек | 55% |
| 2 | Спортивные залы, залы кинотеатров, клубов, театров вокзалов, бытовых помещений (кроме душевых) | 60% |
| 3 | Помещения торговых предприятий и общественного питания: |  |
|  | Моечная для посуды, неохлаждаемые продовольственные склады, горячий цех, торговый зал продовольственного магазина: | 75% |
| Охлаждаемые продовольственные камеры и склады | 90% |
| Остальные помещения торговых предприятий и предприятий общественного питания, помещения детских яслей, садов, учебных заведений, лечебно-профилактических учреждений: | 60% |
| Помещения бань:РаздевальнаяМыльная и ванно-душевнаяПарильнаяСтиральная прачечных:КлубыА)зрительный залБ)читальный зал, кружковаяТеатрыА) зрительный залБ) фойе, кулуар, буфетВ) сценаГ) артистическая уборнаяСпортивные сооруженияА) спортивный залБ) зал-ванная крытого бассейна |  |
| 65% |
| 90% |
| 95% |
|  |
|  |
| 20% |
| 18% |
|  |
| 21% |
| 18% |
| 22% |
| 20% |
|  |
| 15% |
|  |

Географическая широта некоторых городов

конденсация влага ограждение эксплуатация здание

Таблица 2

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | Наименование городов | Географическая Широта °с.м. |
|  | Андижан | 42 |
|  | Бухара  | 40 |
|  | Нукус | 43 |
|  | Карши | 40 |
|  | Наманган | 41 |
|  | Нурата | 40 |
|  | Самарканд | 40 |
|  | Термез | 37 |
|  | Урсатьевская | 40 |
|  | Ташкент | 42 |
|  | Фергана | 40 |
|  | Ургенч | 48 |
|  | Актюбинск | 50 |
|  | Алма-Ата | 44 |
|  | Усть-Каменогорск | 50 |
|  | Гурьев | 47 |
|  | Джамбул | 43 |
|  | Джезказган | 43 |
|  | Караганда | 50 |
|  | Аральск | 47 |
|  | Кзыл-Орда | 45 |
|  | Кокчетав | 53 |
|  | Павлодар | 51 |
|  | Петропавловск | 55 |
|  | Семипалатинск | 50 |
|  | Целиноград | 52 |
|  | Чимкент | 42,5 |
|  | Фрунзе | 43 |
|  | Пржевальск | 43 |
|  | Нарын | 42 |
|  | Джалал-Абад | 41 |
|  | Ош | 42 |
|  | Душанбе | 38 |
|  | Курган-Тюбе | 37 |
|  | Хорог | 37 |
|  | Ленинабад | 40 |
|  | Ашхабад | 39 |
|  | Красноводск | 41 |
|  | Кушка | 36 |
|  | Маары | 38 |
|  | Ташауз | 42 |
|  | Чарджоу | 40 |

Значение показательных функций для расчета сквозного затухания

Таблица 4

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| m |  | m |  | m |  |
| 1.00 | 2.72 | 2.05 | 7.77 | 3.10 | 22.20 |
| 1.05 | 2.86 | 2.10 | 8.17 | 3.15 | 23.31 |
| 1.10 | 3.00 | 2.15 | 2.58 | 3.20 | 24.53 |
| 1.15 | 3.16 | 2.20 | 9.03 | 3.25 | 25.79 |
| 1.20 | 3.52 | 2.25 | 9.09 | 3.30 | 27.11 |
| 1.25 | 3.49 | 2.30 | 9.97 | 3.35 | 28.50 |
| 1.30 | 3.57 | 2.35 | 10.49 | 3.40 | 29.96 |
| 1.35 | 3.86 | 2.40 | 11.03 | 3.45 | 31.50 |
| 1.40 | 4.06 | 2.45 | 11.59 | 3.50 | 35.11 |
| 1.45 | 4.26 | 2.50 | 12.13 | 3.55 | 34.81 |
| 1.50 | 4.48 | 2.55 | 12.81 | 3.60 | 36.60 |
| 1.55 | 4.71 | 2.60 | 13.46 | 3.65 | 38.47 |
| 1.60 | 4.95 | 2.65 | 14.15 | 3.70 | 40.45 |
| 1.65 | 5.17 | 2.70 | 14.88 | 3.80 | 43.52 |
| 1.70 | 5.21 | 2.75 | 15.64 | 3.90 | 44.70 |
| 1.75 | 5.75 | 2.80 | 16.44 | 3.95 | 46.99 |
| 1.80 | 6.05 | 2.85 | 17.29 | 4.00 | 49.40 |
| 1.85 | 6.36 | 2.90 | 18.17 | 4.05 | 51.53 |
| 1.90 | 6.60 | 2.95 | 19.11 | 4.10 | 54.60 |
| 1.95 | 7.03 | 3.00 | 20.09 | 4.15 | 60.34 |
| 2.00 | 7.39 | 3.05 | 21.11 | 4.20 | 66.69 |

Предельная упругость водяного пара Е при различных температурах нормальном барометрическом давлении

Таблица 5 Упругость водяного пара

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| °С | 0 | 2 | 4 | 6 | 8 |
| Для отрицательных температур от °0 до -40°(надо льдом) |
| 0 | 4,58 | 4,51 | 4,44 | 4,36 | 4,30 |
| -1 | 4,22 | 4,15 | 4,08 | 4,01 | 3,95 |
| -2 | 3,88 | 3,82 | 3,75 | 3,69 | 3,63 |
| -3 | 3,57 | 3,51 | 3,45 | 3,39 | 3,34 |
| -4 | 3,28 | 3,22 | 3,17 | 3,11 | 3,06 |
| -5 | 3,01 | 2,96 | 2,91 | 2,96 | 2,81 |
| -6 | 2,76 | 2,72 | 2,67 | 2,63 | 2,58 |
| -7 | 2,53 | 2,49 | 2,45 | 2,41 | 2,36 |
| -8 | 2,32 | 2,28 | 2,24 | 2,20 | 2,17 |
| -9 | 2,13 | 2,09 | 2,05 | 2,01 | 1,98 |
| -10 | 1,95 | 1,91 | 1,88 | 1,84 | 1,81 |
| -11 | 1,78 | 1,75 | 1,72 | 1,69 | 1,56 |
| -12 | 1,63 | 1,60 | 1,57 | 1,5 | 1,52 |
| -13 | 1,49 | 1,46 | 1,43 | 1,41 | 1,38 |
| -14 | 1,36 | 1,34 | 1,31 | 1,29 | 1,26 |
| -15 | 1,24 | 1,22 | 1,19 | 1,17 | 1,15 |
| -16 | 1,13 | 1,11 | 1,09 | 1,07 | 1,06 |
| -17 | 1,03 | 1,01 | 0,99 | 0,97 | 0,96 |
| -18 | 0,94 | 0,92 | 0,90 | 0,98 | 0,87 |
| -19 | 0,85 | 0,83 | 0,82 | 0,80 | 0,79 |
| -20 | 0,77 | 0,76 | 0,75 | 0,73 | 0,71 |
| -21 | 0,70 | 0,69 | 0,67 | 0,66 | 0,65 |
| -22 | 0,64 | 0,62 | 0,61 | 0,60 | 0,59 |
| -23 | 0,58 | 0,56 | 0,55 | 0,54 | 0,53 |
| -24 | 0,52 | 0,51 | 0,50 | 0,49 | 0,48 |
| -25 | 0,47 | 0,46 | 0,45 | 0,44 | 0,43 |
| -26 | 0,42 | 0,41 | 0,40 | 0,39 | 0,39 |
| -27 | 0,38 | 0,37 | 0,36 | 0,36 | 0,35 |
| -28 | 0,34 | 0,34 | 0,33 | 0,33 | 0,32 |
| -29 | 0,31 | 0,30 | 0,29 | 0,29 | 0,28 |
| -30 | 0,28 | 0,28 | 0,27 | 0,26 | 0,25 |
| -31 | 0,25 | 0,25 | 0,24 | 0,24 | 0,23 |
| -32 | 0,23 | 0,23 | 0,22 | 0,22 | 0,21 |
| -33 | 0,20 |  |  |  |  |
| -34 | 0,18 |  |  |  |  |
| -35 | 0,17 |  |  |  |  |
| -36 | 0,15 |  |  |  |  |
| -37 | 0,13 |  |  |  |  |
| -38 | 0,12 |  |  |  |  |
| -39 | 0,10 |  |  |  |  |
| -40 | 0,09 |  |  |  |  |
| °С | 0 | 2 | 4 | 6 | 8 |
| Для положительных температур от °0 до +50(над водой) |
| 0 | 4,58 | 4,51 | 4,44 | 4,36 | 4,30 |
| 1 | 4,93 | 5,00 | 5,07 | 5,14 | 5,22 |
| 2 | 5,29 | 5,37 | 5,45 | 5,53 | 5,61 |
| 3 | 5,69 | 5,77 | 5,85 | 5,93 | 6,02 |
| 4 | 6,10 | 5,19 | 6,27 | 6,36 | 6,45 |
| 5 | 6,54 | 6,54 | 6,73 | 6,82 | 6,92 |
| 6 | 7,01 | 7,11 | 7,21 | 7,31 | 7,41 |
| 7 | 7,51 | 7,62 | 7,72 | 7,83 | 7,94 |
| 8 | 8,05 | 8,16 | 8,27 | 8,38 | 8,49 |
| 9 | 8,61 | 8,73 | 8,85 | 8,97 | 9,09 |
| 10 | 9,21 | 9,33 | 9,46 | 9,59 | 9,71 |
| 11 | 9,84 | 9,98 | 10,11 | 10,24 | 10,38 |
| 12 | 10,52 | 10,66 | 10,80 | 10,94 | 11,10 |
| 13 | 11,23 | 11,38 | 11,53 | 1168 | 11,83 |
| 14 | 11,99 | 12,14 | 12,30 | 12,46 | 12,62 |
| 15 | 12,79 | 12,95 | 13,12 | 13,99 | 13,46 |
| 16 | 13,63 | 13,81 | 13,99 | 14,11 | 14,35 |
| 17 | 14,53 | 14,72 | 14,90 | 15,09 | 15,28 |
| 18 | 15,48 | 15,67 | 15,87 | 16,07 | 16,27 |
| 19 | 16,48 | 16,69 | 16,89 | 17,11 | 17,32 |
| 20 | 17,54 | 17,75 | 17,97 | 18,20 | 18,42 |
| 21 | 18,65 | 18,88 | 19,11 | 19,35 | 19,59 |
| 22 | 19,83 | 20,07 | 20,32 | 20,57 | 20,82 |
| 23 | 21,07 | 21,32 | 21,58 | 21,85 | 22,11 |
| 24 | 23,76 | 24,04 | 24,33 | 24,62 | 24,91 |
| 25 | 25,21 | 25,51 | 25,81 | 26,12 | 26,46 |
| 26 | 25,21 | 25,51 | 25,81 | 26,12 | 26,46 |
| 27 | 26,74 | 27,06 | 27,37 | 27,70 | 28,02 |
| 28 | 28,35 | 28,68 | 28,02 | 29,35 | 29,70 |
| 29 | 30,04 | 30,39 | 30,75 | 31,10 | 31,46 |
| 30 | 31,82 | 32,19 | 32,56 | 32,93 | 33,31 |
| 31 | 33,70 | 34,08 | 34,47 | 34,86 | 35,26 |
| 32 | 35,66 | 36,07 | 36,48 | 36,79 | 37,31 |
| 33 | 37,73 | 38,16 | 38,58 | 39,02 | 39,46 |
| 34 | 39,90 | 40,34 | 40,80 | 41,25 | 41,25 |
| 35 | 42,18 | 42,64 | 43,12 | 43,60 | 44,08 |
| 36 | 44,56 | 45,05 | 45,55 | 46,05 | 46,56 |
| 37 | 47,07 | 47,58 | 48,10 | 48,63 | 49,16 |
| 38 | 49,59 | 50,23 | 50,77 | 51,32 | 51,90 |
| 39 | 53,44 | 53,01 | 53,58 | 54,16 | 54,77 |
| 40 | 55,32 | 55,91 | 56,51 | 57,11 | 57,42 |
| 41 | 58,84 | 58,96 | 59,59 | 60,32 | 60,86 |
| 42 | 61,50 | 62,14 | 62,80 | 63,46 | 64,12 |
| 43 | 64,50 | 65,48 | 66,16 | 66,86 | 67,56 |
| 44 | 68,26 | 68,97 | 69,69 | 70,41 | 71,14 |
| 45 | 71,88 | 71,62 | 73,36 | 74,12 | 74,88 |
| 46 | 75,65 | 76,43 | 77,21 | 78,00 | 78,80 |
| 47 | 79,60 | 80,41 | 81,23 | 82,05 | 82,87 |
| 48 | 83,71 | 84,56 | 83,42 | 86,28 | 87,14 |
| 49 | 88,92 | 88,90 | 89,79 | 90,69 | 91,59 |
| 50 | 91,51 |  |  |  |  |

Литература

1. Коваленко Ю.Н, Шевченко В.П, Михайленко И.Д. «Краткий справочник архитектора (гражданские здания и сооружения)». Будевельник. Киев-1975
2. Михинский В.М. «Строительная теплофизика». М., Высшая школа 1974
3. Осипов Д.Г., Сербинович П.П., Красенский В.Е., Щубин Д.Ф., «Гражданские и промышленные здания»
4. Предченский В.М.,(общая редакция). «Архитектура гражданских промышленных зданий. Основы проектирования». М., 1966
5. СНиП П-3-79. «Строительная теплотехника»

1. СНиП П-А 6-72. «Строительная климатология и геофизика»