**ЛенЗНИИЭП Госгражданстроя**

**ПОСОБИЕ**

**ПО ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКОМУ РАСЧЕТУ**

**ИНВЕНТАРНЫХ ЗДАНИЙ (ПЕРЕДВИЖНЫХ**

**КОНТЕЙНЕРНЫХ И СБОРНО-РАЗБОРНЫХ)**

**(к СНиП II-3-79\*)**

**Москва 1986**

**Ленинградский зональный научно-исследовательский**

**и проектный институт типового и проектирования**

**жилых и общественных зданий**

**(ЛенЗНИИЭП Госгражданстроя)**

**ПОСОБИЕ**

**ПО ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКОМУ РАСЧЕТУ**

**ИНВЕНТАРНЫХ ЗДАНИЙ (ПЕРЕДВИЖНЫХ**

**КОНТЕЙНЕРНЫХ И СБОРНО-РАЗБОРНЫХ)**

**(к СНиП II-3-79\*)**

*Утверждено*

*приказом по ЛенЗНИИЭП*

*от 19 марта 1984 г. № 69*

Содержит требования к микроклимату инвентарных зданий различ­ного функционального назначения. Изложены методы теплотех­ни­ческих расчетов, способствующие оптимизации микроклимата и экономии топ­лива при эксплуатации зданий в экстремальных климатических условиях северных районов страны.

Для инженерно-технических работников проектных органи­заций.

**ПРЕДИСЛОВИЕ**

Интенсивное освоение северных регионов страны поставило перед строителями актуальную задачу проектирования и строительства зданий полной заводской готовности, пригодных для транспортировки в любые отдаленные районы и отвечающих современных требованиям, предъяв­ляемым к среде обитания человека. Подобные здания - мобильные (ин­вентарные), - выпускаемые в настоящее время отечественной промыш­ленностью, не всегда обладают необходимыми качествами, что в значи­тельной мере связано с отсутствием специально разработанных для их проектирования документов. Действующие строительные нормы и пра­вила создавались для проектирования традиционных многоэтажных зда­ний и поэтому не учитывают специфику мобильных (инвентарных до­мов): относительно большую площадь наружных ограждений, наличие продуваемого пространства под домом, повышенную герметичность и малую инерционность. Эти особенности необходимо учитывать при про­ектировании тепловой защиты зданий подобного типа.

Настоящее Пособие, содержащее необходимые дополнения к СНиП II-3-79\*\* в части теплотехнического расчета мобильных (инвентар­ных) зданий, будет способствовать повышению качества проектирования зданий этого типа.

Пособие разработано ЛенЗНИИЭП (канд. техн. наук И.А. Казанцев, канд. биол. наук О.Е. Гаврилова, канд. техн. наук М.А. Еремеев, инжене­ры Л.Т. Бошнякович, Ж.А. Фершукова, А.Г. Рудинский, П.Н. Семенюк) при участии НИИСФ (кандидаты техн. наук А.П. Кротов, Л.К. Марков, М.А. Гуревич, Ю.А. Табунщиков), НИИСК (кандидаты техн. наук В.П. Хоменко, Г.Г. Варенюк), МНИИГ им. Ф.Ф. Эрисмана (кандидаты мед. наук И.С. Кирьянова и Т.К. Яньшина).

**1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

**1.1**. Настоящее пособие распространяется на проектирование ог­раждающих конструкций контейнерных и сборно-разборных мобильных (инвентарных) зданий различного функционального назначения.

**1.2.** В целях сокращения потерь тепла в зимний период и поступле­ний тепла в летний период при проектировании мобильных (инвентарных) зданий и сооружений следует предусматривать:

а) объемно-планировочные решения с учетом обеспечения наиме­ньшей площади ограждающих конструкций;

б) солнцезащиту световых проемов в соответствии с нормативной величиной коэффициента теплопропускания солнцеза­щит­ных устройств;

в) площадь световых проемов в соответствии с нормативным зна­чением коэффициента естественной освещенности;

г) рациональное применение эффективных теплоизоляционных ма­териалов;

д) уплотнение притворов и фальцев в заполнениях проемов и соп­ряжений элементов (швов) в наружных стенах и покрытиях.

**1.3.** Значение теплотехнических показателей строительных матери­алов, приведенные в прил. 3 СНиП II-3-79\*\* для мобильных (инвентарных зданий северного исполнения принимаются по условиям «А» (кроме ду­шевых и бань), для зданий обычного и южного исполнения - по условиям «Б».

**1.4.** При проектировании мобильных (инвентарных) зданий и соо­ружений следует предусматривать защиту внутренней и наружной повер­хностей стен от воздействия влаги (производственной и бытовой) и атмо­сферных осадков с учетом материала стен, условий их эксплуатации и требований нормативных документов по проектированию отдельных ви­дов зданий, сооружений и строительных конструкций.

**2. РАСЧЕТНЫЕ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ**

**2.1.** При теплотехническом расчете наружных ограждающих конст­рукций отапливаемых мобильных (инвентарных) зданий температура на­ружного воздуха принимается для исполнения северного («С») - минус 200С.

**2.2.** Расчетные температуры внутреннего воздуха принимаются для жилых и общественных зданий - 220С, для производственных - 120С.

**2.3.** Суточные колебания температуры внутреннего воздуха , 0C, не должны превышать:

в жилых домах, детских и лечебно-профилактических учреждениях:

в зимний период……+ 1,5

в летний период……+ 2

в общественных зданиях прочего функционального назначения:

в зимний период……+ 2

в летний период……+ 3

**2.4.** Значение температурного перепада  между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхностей стен, ука­занное в СНиП II-3-79\*\* (п. 2.2), в помещениях, имеющих более двух наружных ограждений, не считая пола, следует принимать на каждое до­полнительное наружное ограждение для жилых домов, детских и лечебно-профилактических учреждений меньше на 10С; для общественных зданий прочего функционального назначения больше на 0,50С.

Примечание. При обогреваемых полах перепады  между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренних поверх­ностей стен допускается принимать на один градус больше.

Температура необогреваемого пола должна быть не ниже: в жилых домах, детских и лечебно-профилактических учреждениях - 170С; в обще­ственных зданиях прочего функционального назначения - 160С. Расчетная температура поверхностей обогреваемого пола принимается равной 210С.

**3. СОПРОТИВЛЕНИЕ ТЕПЛОПЕРЕДАЧЕ**

**ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ**

**3.1.** Сопротивление теплопередаче  ограждающих конструкций следует принимать равным экономически целесообразному сопротивле­нию теплопередаче , определенному исходя их условия обеспечения наименьших приведенных затрат (СНиП II-3-79\*\*, п. 2.15), но во всех случаях не менее требуемого сопротивления теплопередаче по гигиени­ческим условиям, определяемого по формуле (1).

**3.2.** Требуемое сопротивление теплопередаче, м2⋅0С/Вт, ограж­дающих конструкций, за исключением окон, следует определять по фор­муле

 **(1)**

где *n* - коэффициент, принимаемый в зависимости от положения наруж­ной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху; при расчете  ограждающих конструкций мобильных (инвен­тарных) зданий *n* - принимается равным 1; - расчетная температура внутреннего воздуха, принимаемая по п. 2.2 в соответствии с номенкла­турой здания, 0С; - расчетная зимняя температура наружного воздуха, принимаемая по п. 2.1 в соответствии с исполнением здания, 0С;- нор­мативный температурный перепад между температурой внутреннего воз­духа и температурой внутренней поверхности ограждающей конструк­ции, 0С, принимаемый в соответствии с табл. 2, СНиП II-3-79\*\* или п. 2.4; - коэффициент теплообмена на внутренней поверхности ограждаю­щей конструкции, Вт/(м2⋅0С), определяемый для стен и потолка по форму­ле

 **(2)**

где - коэффициент конвективного теплообмена Вт/(м2⋅0С) определяе­мый по формуле

 **(3)**

где  - коэффициент принимаемый равным для стен - 244 для потолка - 326 - коэффициент лучистого теплообмена принимаемый равным 49 Вт/(м2⋅0С)- радиационная температура помещения относительно рас­сматриваемого ограждения 0С определяемая по формуле

 **(4)**

где  и - соответственно температура и площадь внутренних поверхно­стей ограждений участвующих в радиационном теплообмене с рассмат­риваемым ограждением - поправка учитывающая влияние мебели и приборов отопления на  0С принимаемая для отдельно стоящих блоков равной 105 для угловых помещений сборно-разборных зданий и компле­ксов из блок - контейнеров - 103 - температура на внутренней поверх­ности рассматриваемого ограждения 0С определяемая по формуле

 **(5)**

Температура внутренних поверхностей ограждений граничащих с отапливаемыми помещениям принимается равной температуре внутрен­него воздуха см. п. 2.2 с неотапливаемыми - на 20С ниже. Температура внутренней поверхности окна  0С определяется по формуле

 **(6)**

где- сопротивление теплообмену равное 0095 м2⋅0С/Вт - сопроти­вление теплопередаче окон принимаемое в соответствии с прил. 6 СНиП II-3-79\*.

Примечание. При определении требуемого сопротивления теплопередаче конструкции пола принимается

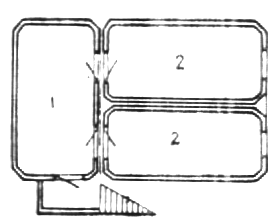


аопределяется по формуле

 **(7)**

**3.3.** Расчет ограждающих конструкций сборно-разборных мо­бильных (инвентарных) зданий следует производить по угловому поме­щению 1-го этажа.

**Пример 1.** Определить требуемое сопротивление теплопередаче  наружных ограждающих конструкций одноэтажного сборно-разбор­ного дома-общежития предназначенного для эксплуатации в районах Се­вера (рис. 1).



**Рис. 1. Схема инвентарного дома-общежития из блок - контейнеров**

*1 - хозблок 2 - жилые блоки*

Расчет производится для жилого блока. Внутренние размеры поме­щения длина - 56 м ширина - 26 м высота - 1 м. Остекление тройное м2⋅0С/Вт. Площади внутренних поверхностей ограждений про­дольной стены - 146 м2 торцевой (глухой) стены - 68 м2 торцевой стены (без учета площади окна) - 56 м2 потолка и пола - 146 м2 окна - 12 м2. Расчетные параметры 0С (п. 2.1) 0С (п. 2.2) 0С 0С (п. 2.3) 0С (п. 2.4).

Принята следующая конструкция наружных ограждений. Стены и покрытия

внутренний слой ДВП:



ДВП:



утеплитель-пенополистирол:

- определяется из условия обеспече­ния 

наружная обшивка - ДВП:



вагонка:

Наружная обшивка покрыта зеленой масляной краской . Пол (необогреваемый)

линолеум:

ДСП:

ДВП:

утеплитель-пенополистирол:

- определяется из условия обеспече­ния 

наружная обшивка - ДВП:



Расчет  продольной стеновой панели ведется по формуле (1). Коэффициент теплообмена на внутренней поверхности ограждения  рассчитывается по формуле (2). Для этого в первую очередь определяется коэффициент конвективного теплообмена  по формуле (3)



Затем по формуле (5) рассчитывается температура на внутренней поверхности наружных ограждений 





Температура поверхности окна определяется по формуле (6).



Определение радиационной температуры помещения  относи­тельно рассматриваемого ограждения производится по формуле (4)



Далее по формуле (2) находится



Тогда



Расчетпотолка







Тогда



Расчет  пола





Тогда



**3.4.** Расчет приведенного сопротивления теплопередаче наружных ограждающих конструкций мобильных (инвентарных) зданий  производится по формуле (11) СНиП II-3-79\*\* в которой коэффициент приведения  представляет собой произведение коэффици­ентов ,,, учитывающих снижение уровня сопротивления теплопе­редаче ограждения за счет различных путей локального переноса тепла.

Тогда

 **(8)**

где - сопротивление теплопередаче наружных ограждений опреде­ляемое по формулам (4) и (5) СНиП II-3-79\*\* без учета факторов снижа­ющих уровень теплозащиты м2⋅0С/Вт.

Наиболее существенным и постоянным для слоистых панельных ограждений является коэффициент  учитывающий влияние различных теплопроводных включений (обрамлений в стыках ребер вкладышей и т.д.) определяемый на основании экспериментальных данных или расче­тов температурных полей по формуле

 **(9)**

где - доля отдельных участков ограждения в общей площади - коэф­фициент приведения отдельного участка ограждения определяемый по формуле

 **(10)**

где - коэффициенты приведения по вертикальному  и горизонталь­ному  сечениям участков ограждения определяемые по формулам

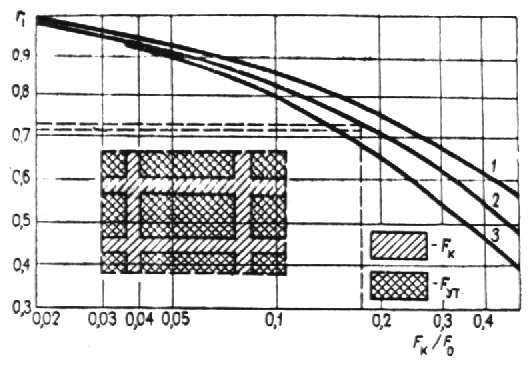
 **(11)**

 **(12)**

где - площади базовых эпюр температурного поля, равные произ­ведению температуры внутреннего воздуха  на высоту  или шири­нуотдельного участка ограждения, м⋅0С; - площади эпюр тем­пературного поля, равные произведению условной (максимальной) тем­пературы поверхности участка ограждения (т.е. определенной без учета теплопроводных включений) на высотуили ширинойотдельных учас­тков ограждения, м⋅0С; - площади эпюр температурного поля, об­разованные высотойили ширинойотдельных участков ограждения и температурными рельефами этих участков, определяемыми эксперимен­тально или расчетным путем. При определении  конфигурации площадей сечений температурного рельефа можно представить в упро­щенном виде, например, в виде неправильной трапеции с основанием 0,5 и 2 толщины панели для сечения участков стыков или включений, и в виде правильной трапеции в зоне сквозных болтов с основанием, равным 2 и 6 диаметрам болта; - коэффициент, учитывающий исключение наклады­ваемых (двойных) «объемов» температурного рельефа поверхности в уг­лах участков ограждения , определяемый по формуле

  **(13)**

Если в панели теплопроводные включения представлены только ребрами каркаса, допустимо определять коэффициент  по графику (рис. 2) в зависимости от относительной площади каркаса  (по внутрен­ней поверхности конструкции) и отношения коэффициентов теплопрово­дности материалов утеплителя  и каркаса .



**Рис. 2. График для определения коэффициентапри**

**равном:** *1 - 0,4; 2 - 0,3; 3 - 0,2*

Для неоднородных ребер каркаса  следует определять по фор­муле

 **(14)**

где - толщина панели, м; - термическое сопротивление каркаса, оп­ределяемое по формуле (5) СНиП II-3-79\*\*.

Коэффициент , учитывающий влияние воздухопроницаемости на понижение общего уровня теплозащиты ограждения, определяется по формуле

 **(15)**

где - сопротивление теплопередаче ограждения с учетом понижения его за счет переноса тепла фильтрующимся через ограждение воздухом, м⋅0С/Вт; - количество тепла, переносимое через места ограждения без теплопроводных включений, Вт/м2, определяемое по формуле

 **(16)**

где- расчетная температура внутреннего и наружного воздуха, 0С; - количество тепла, переносимое фильтрующимся воздухом через ог­раждения, Вт/м2, определяемое по формуле

 **(17)**

где *G* - расход воздуха через ограждения кг/(м2ч) определяемый в соот­ветствии с разд. 5 СНиП II-3-79\*\* либо в соответствии с другими норма­тивными документами - средняя теплоемкость воздуха при постоян­ном давлении равная 1005 кДж/(кг0С) - коэффициент учитывающий неравномерность и влияние встречного теплового потока равный 06 (СНиП II-3-75\* табл. 3).

Коэффициент  учитывающий снижения уровня теплозащиты за счет внутренней конвекции воздуха в трехслойных ограждающих конст­рукциях с вентилируемыми воздушными прослойками и воздухопрони­цаемым утеплителем определяется по формуле

 **(18)**

где - сопротивление теплопередаче с учетом понижения его за счет внутренней конвекции воздуха в панели от одной поверхности огражде­ния к другой

 **(19)**

где *Н* - высота панели м - сопротивление воздухопроницанию утеп­лителя м2чПа/кг (принимается по прил. СНиП II-3- 79\*\* или определя­ется экспериментально) - удельный вес воздуха Н/м3 соответст­венно во внутренней и наружной воздушных прослойках определяется по формуле (31) СНиП II-3-79\* - средние температуры воздуха 0С соответственно во внутренней и наружной воздушных прослойках определяемые по формулам

 **(20)**

 **(21)**

где  - термическое сопротивление слоев от внутренней и нару­жной поверхности ограждения до воздушной прослойки м20С/Вт *к* - ко­эффициент учитывающий особенности действия воздушной прослойки образованной вертикально расположенным профилированным листом с высотой складки не менее 10 мм определяется по формуле

 **(22)**

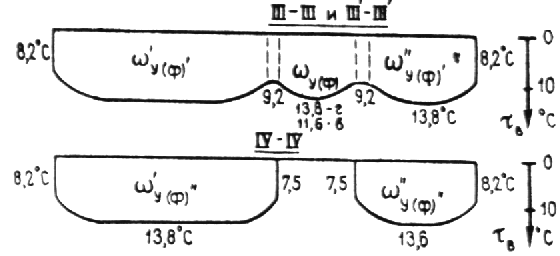
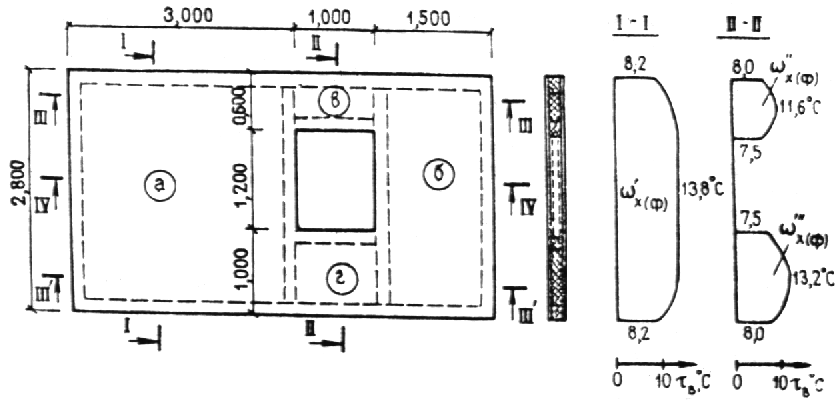
где *a* - ширина удаленной от утеплителя полки профилированного листа мм *b* - ширина прилегающей к утеплителю полки профилированного ли­ста мм *l* - шаг складки профилированного листа мм.

**Пример 2.** Определить приведенное сопротивление теплопередаче стены с окном мобильного (инвентарного) здания. Расчетная темпе­ратура наружного воздуха  внутреннего . Режим Б. Длина стены *В*=55 м высота *Н*=2б8 м размер окна 12×1 м. Каркас панели деревянный наружная облицовка - гофрированный металл внут­ренняя - гофрированный фибролит с шагом складки *l*=200 мм высотой *h*=30 мм и шириной полок удаленной от утеплителя *a*=40 мм прилегаю­щей к утеплителю *b*=100 мм.

Утеплитель - минвата плотность кг/м3 толщина *δ*=100 мм коэффициент теплопроводности Вт/(м⋅С) сопротивление тепло­передаче м2⋅0С/Вт. Требуемое сопротивление теплопередаче  м2⋅0С/Вт, сопротивление теплопередаче по полю панели  м2⋅0С/Вт сопротивление теплопередаче окна  м2⋅0С/Вт. Воздухопроницаемость панели *G*=05 кг/(м2⋅ч).

Рассчитываем коэффициент  учитывающий влияние теплопро­водных включений по формулам (9) - (13).

Для этого рассчитываем площади эпюр распределения температу­ры на внутренней поверхности участков (*а б в г*) *ω* м⋅0С панели по сечениям (рис. 3).



**Рис. 3. Распределение температуры на внутренней поверхности панели по ее сечениям**

1. По вертикальным сечениям ось *х-х*

площади базовых эпюр температурного поля отдельных участков

,

,

,

;

условные площади эпюр температурного поля отдельных участков (без учета теплопроводных включений)

,

,

,

;

фактические площади эпюр температурного поля отдельных учас­тков

,

,

,

.

2. По горизонтальным сечениям ось *y-y*

площади базовых эпюр температурного поля отдельных участков

,

,

,

;

условные площади эпюр температурного поля отдельных участков (без учета теплопроводных включений)

,

,

,

;

фактические площади эпюр температурного поля отдельных участков

;

,

,

;

;

,

,

;

,

;

,

,

;

;

,

,

,

;

;

.

3. Рассчитываем по формулам (11) - (12) коэффициент приведения по вертикальному и горизонтальному сечениям участка а

,

.

4. Рассчитываем по формуле (13) коэффициент 

.

5. Рассчитываем по формуле (10) коэффициент приведения для участка а

.

Аналогичным образом рассчитывались . Полученные ре­зультаты представлены в табл. 1.

Таблица 1

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Показатель | Участки панели (рис. 3) | | | |
|  |  | *а* | *б* | *в* | *г* |
| 1. | Площади участков м2 | 8,4 | 4,2 | 0,6 | 1 |
| 2. | Отношение площади участка к площади панели | 0,59 | 0,3 | 0,04 | 0,07 |
| 3. | Площади эпюр распределения температуры на внутренней поверхности участков *ω* м⋅0С по сечения |  |  |  |  |
|  | вертикальному |  |  |  |  |
|  |  | 50,4 | 50,4 | 10,8 | 18 |
|  |  | 38,64 | 38,64 | 6,96 | 13,2 |
|  |  | 36,4 | 36,4 | 5,8 | 11,02 |
|  | горизонтальному |  |  |  |  |
|  |  | 54 | 27 | 18 | 18 |
|  |  | 41,4 | 20,7 | 11,6 | 13,8 |
|  |  | 39,21 | 18,42 | 10,64 | 11,96 |
| 4. | Коэффициенты приведения по вертикальным и горизонтальным сечения участка |  |  |  |  |
|  |  | 0,84 | 0,84 | 0,77 | 0,69 |
|  |  | 0,85 | 0,73 | 0,87 | 0,7 |
| 5. | Коэффициент | 1,18 | 1,31 | 1,24 | 1,43 |
| 6. | Коэффициент приведения для всего участка | 0,84 | 0,80 | 0,83 | 0,69 |

Рассчитаем по формуле (9) общий коэффициент приведения  учитывающий теплопроводные включения

.

Рассчитываем по формулам (15) - (17) коэффициент  учитываю­щий влияние воздухопроницаемости на общий уровень теплозащиты ог­раждения

.

Рассчитываем по формулам (18) - (22) коэффициент  учитываю­щий влияние на общий уровень теплозащиты внутренней конвекции воз­духа в трехслойных ограждающих конструкциях с вентилируемыми воз­душными прослойками и воздухопроницаемым утеплителем. Для этого по формулам (20) и (21) предварительно рассчитываем средние темпера­туры воздуха во внутренней и наружной воздушных прослойках





Определяем удельный вес воздуха и соответственно внутрен­ней и наружной воздушных прослоек [формула (31) СНиП II-3-79\*\*]





Рассчитываем коэффициент *к* по формуле (22)



Рассчитываем количество тепла переносимого за счет внутренней конвекции воздуха от одной поверхности панели к другой  Вт/м2 по формуле (19)





Определяем общий коэффициент приведения сопротивления теп­лопередаче стеновой панели по глухой части

.

Рассчитываем по формуле (8) приведенное сопротивление тепло­передаче стеновой панели по глухой части  м2⋅0С/Вт





Увеличим толщину утеплителя до 160 мм тогда

м2⋅0С.

Рассчитываем . Коэффициент примем без изменения т.е. 

.

Для определения рассчитываем

м2⋅ч⋅Па/кг

0С

0С

Н/м3

 Н/м3

Вт/м2



;

м2⋅0С/Вт.

Следовательно приведенное сопротивление теплопередаче стено­вой панели по глухой части соответствует м2⋅0С/Вт.

**3.5.** Толщину слоя утеплителя  м ограждающей конструкции с последовательно расположенными однородными слоями следует опреде­лять по формуле

 **(23)**

где - сумма термических сопротивлений конструктивных слоев огра­ждений м2⋅0С/Вт - коэффициент теплопроводности утеплителя Вт/(м⋅0С).

В случае неоднородной или воздухопроницаемой ограждающей конструкции следует определять по формуле

 **(24)**

**3.6.** Температура внутренней поверхности ограждающей констру­кции по теплопроводному включению должна быть не ниже температуры точки росы внутреннего воздуха при расчетной зимней температуре наружного воздуха.

Примечание. Относительную влажность внутреннего возду­ха для определения температуры точки росы в местах теплопроводных включений ограждающих конструкций жилых и общественных зданий следует принимать для исполнения С - 40 % для исполнения О и Ю - 50 %.

**3.7.** Температуру внутренней поверхности  0С ограждающей конструкции следует определять согласно п. 2.11\* СНиП II-3-79\*\*. Темпе­ратуру внутренней поверхности стальных облицовок в зоне сквозных ста­льных болтов допускается определять по формуле (13) СНиП II-3-79\*\* т.е.

 **(25)**

где  - сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции м2⋅0С/Вт в зоне сквозных стальных болтов определяемое по формуле (4) СНиП II-3-79\*\*  - коэффициент принимаемый по табл. 2.

**Рис. 4. Схема установки болтов**

Таблица 2

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Толщина панели мм | Схема установки болтов (рис. 4) | Коэффициент  при диаметре болта мм | | | | |
|  |  | 8 | 10 | 12 | 16 | 20 |
| 50 |  | 0,234  0,14  0,08 | 0,348  0,18  0,12 | 0,46  0,248  0,158 | 0,68  0,345  0,246 | 0,9  0,445  0,325 |
| 80 |  | 0,27  0,145  0,096 | 0,325  0,175  0,12 | 0,38  0,202  0,14 | 0,485  0,262  0,183 | 0,595  0,32  0,225 |
| 100 |  | 0,263  0,149  0,104 | 0,306  0,162  0,118 | 0,346  0,193  0,134 | 0,431  0,238  0,165 | 0,515  0,283  0,196 |
| 120 |  | 0,24  0,152  0,107 | 0,28  0,17  0,117 | 0,32  0,187  0,13 | 0,39  0,222  0,153 | 0,465  0,258  0,176 |

**3.8.** Температуру внутренней поверхности ограждения в зоне угло­вых стыков  следует определять на основании расчета температур на ЭВМ или экспериментально. Эту температуру возможно также опреде­лять по формуле

 **(26)**

где  - температура внутренней поверхности 0С одного из стыкуемых ограждений вне зоны теплопроводных включений для расчета принима­ется температура ограждения с наименьшим термическим сопротивле­нием рассчитываемая по формуле

 **(27)**

 - безразмерный коэффициент определяемый по графику (рис. 5) в за­висимости от отношения коэффициента теплопроводности материалов конструкции углового стыка  который рассчитывается по формуле

 **(28)**

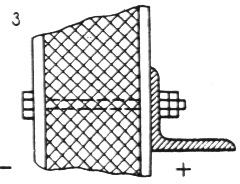
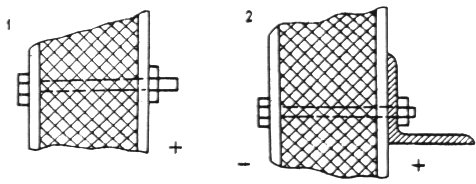
 **(29)**

 **(30)**

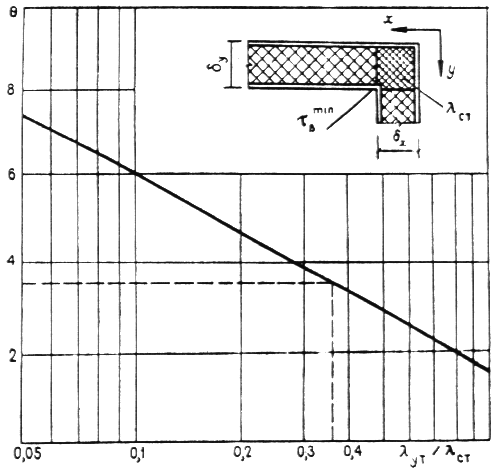
где  и  - толщины стыкуемых ограждений м  и  - приведенные полные термические сопротивления конструкции углового стыка в двух взаимно перпендикулярных направлениях  и  0С/Вт определяемые по формуле

 **(31)**

Значения  и  определяются следующим образом. Для определения  рассматриваемая область стыка условно рассекается плоскостями параллельными направлению  или  на минимальное количество *n* участков с последовательно чередующимися однородными слоями.



**Рис. 4. Схема установки болтов**



**Рис. 5. График для определения параметра **

Для каждого *i*-го участка состоящего из *m* слоев вычисляется его термическое сопротивление

 **(32)**

где  - площадь сечения *i*-го участка м2 длина которого для удобства расчетов принимается равной 1 м  - соответственно коэффициент теплопроводности Вт/(м2⋅0С) и толщина м *j*-го слоя в участке.

Значение  определяется по формуле

 **(33)**

Для определения  рассматриваемая область условно рассе­кается плоскостями перпендикулярными направлению  или  на ми­нимальное количество *к* участков с последовательно чередующимися од­нородными слоями.

Для каждого *i*-го участка состоящего из *l* слоев вычисляется его термическое сопротивление

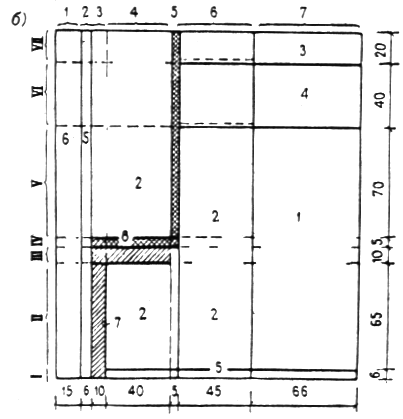
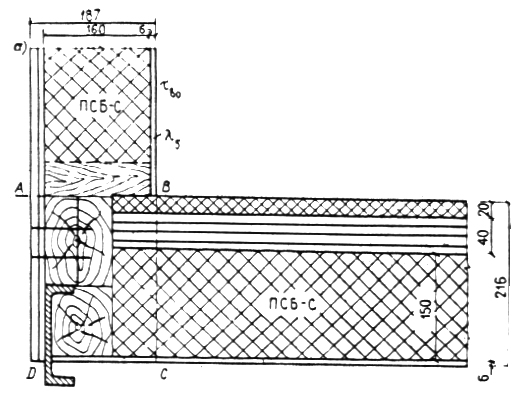
 **(34)**

где  - соответственно площадь сечения м2 и коэффициент тепло­проводности Вт/(м⋅0С) *j*-го слоя в участке.

Значение  определяется по формуле

 **(35)**

**Пример 3.** Требуется рассчитать температуру в угловом соедине­нии стены и пола. Поперечный разрез углового соединения показан на рис. 6. Принимаем =-500 C =220 C.



**Рис. 6. Поперечный разрез углового соединения панелей стены и пола *(а)* и его расчетная схема *(б)***

 Вт/(м⋅0С).

Рассчитываем приведенный коэффициент теплопроводности в зо­не углового стыка длиной в 1 м (область *ABCD*). При этом площади сече­ния  через которые проходит тепловой поток численно равны  соот­ветствующих участков. Для простоты расчета не учитываем влияние гво­здей шурупов и выступающей части швеллера. Расчетная область показа­на на рис. 6б.

Рассчитываем . Для этого зону *ABCD* (см. рис. 6б) условно рас­секаем на параллельные оси  участки I-VII и определяем их термичес­кие сопротивления  0С/Вт по формуле (32)















Рассчитаем по формуле (33)  0С/Вт



Далее определяем . Для этого условно рассекаем область *ABCD* на участки *1-7* перпендикулярные направлению оси  и опреде­ляем по формуле (34) их термические сопротивления  0С/Вт













Рассчитываем  0С/Вт по формуле (35)



Рассчитываем  0С/Вт по формуле (31)



Приведенный коэффициент теплопроводности в направлении оси   Вт/(м⋅0С) по формуле (29) равен



аналогично в направлении оси  получим



По формуле (28) рассчитываем приведенное значение  ВТ/(м⋅0С)



Определяем отношение коэффициентов теплопроводности утепли­теля  и углового стыка 



Из графика (см. рис. 5) находим 

Расчет  м2⋅0С/Вт производится по формулам (3) - (5) СНиП II-3-79\*\*





Далее по формуле (27) определяем значение температуры поверх­ности стены  0С вне зон теплопроводных включений



Температуру в угловом соединении стены и пола  0С рассчи­тываем по формуле (26)



Следовательно температура в угловом соединении стены и пола будет отвечать требованиям невыпадения конденсата при относительной влажности воздуха помещения .

**3.9.** Требуемое сопротивление теплопередаче  заполнений све­товых проемов (окон) следует принимать по табл. 3.

Таблица 3

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Номенклатура зданий | Исполнение | Требуемое сопротивление теплопередаче заполнений оконных проемов  м2⋅0С/Вт |
| 1. Жилые дома детские и лечебно-профилактические учреждения | С  О  Ю | 0,53  0,53  0,39 |
| 2. Общественные здания кроме указанных в п. 1 | С  О  Ю | 0,48  0,48  0,31 |
| 3. Производственные здания | С  О  Ю | 0,34  0,34  0,31 |

**3.10.** Приведенное сопротивление теплопередаче заполнений све­товых проемов (окон) следует принимать по прил. 6\* СНиП II-3-79\*\*.

**4. ТЕПЛОУСТОЙЧИВОСТЬ ЗДАНИЙ**

**4.1.** Проверка теплоустойчивости помещений производится из ус­ловия обеспечения в нем нормативного уровня амплитуды колебания температуры внутреннего воздуха  (п. 2.3).

**4.2.** Амплитуду колебаний температуры внутреннего воздуха  0С для зимнего периода года следует определять по формуле

 **(36)**

где  - амплитуда суточных колебаний температуры наружного возду­ха 0С принимаемая независимо от исполнения инвентарных зданий рав­ной 5 0С *m* - коэффициент неравномерности отдачи тепла отопительными приборами принимается равным при наличии электроотопления (без системы автоматического регулирования) - 005 при центральном отоп­лении - 01 при печном - 05  - расчетная температура внутреннего воз­духа помещения 0С принимаемая по п. 2.2  - расчетная зимняя темпе­ратура наружного воздуха 0С принимаемая по п. 2.1  - средневзве­шенное значение сопротивления теплопередаче ограждающих конструк­ций м2⋅0С/Вт следует определять по формуле

 **(37)**

где  - соответственно значения сопротивлений теплопередаче м2⋅0С/Вт и площади внутренних поверхностей наружных ограждений м2  - коэффициент теплопоглощения поверхностей внутренних огражде­ний (перегородок) Вт/( м2⋅0С) следует применять равным коэффициенту теплоусвоения внутренней поверхности ограждения  Вт/( м2⋅0С) зна­чения которого рассчитываются следующим образом

если первый слой ограждения обращенный в помещение имеет величину характеристики тепловой инерции

 **(38)**

то  где  - коэффициент теплоусвоения материала первого слоя Вт/( м2⋅0С) [см. СНиП II-3-79\* (прил. 3)]  - термическое сопротивление первого слоя м2⋅0С/ Вт рассчитывается по формуле (3) СНиП II-3-79\*\*

если первый слой имеет  но  ( - характеристика тепловой инерции второго слоя) то величину  вычисляют по формуле

 **(39)**

где  - коэффициент теплоусвоения материала второго слоя Вт/( м2⋅0С)

если первые  слоев конструкции () имеют суммарную теп­ловую инерцию  но тепловая инерция  слоев  то величину  следует определять начиная с -го слоя конструкции

для -го слоя

 **(40)**

для -го слоя ()

 **(41)**

 - площади поверхностей внутренних ограждений м2  - коэффици­ент теплопоглощения внутренних поверхностей наружных ограждений Вт/( м2⋅0С) для стен и потолка определяется по формуле

 **(42)**

где  - коэффициент конвективного теплообмена Вт/( м2⋅0С).

Коэффициент теплопоглощения поверхности пола  следует при­нимать равным коэффициенту теплоусвоения пола .

Коэффициент теплопоглощения окна  Вт/( м2⋅0С) следует опре­делять по формуле

 **(43)**

где  - сопротивление теплопередаче окна м2⋅0С/Вт (см. прил. 6 СНиП II-3-79\*\*  - удельная теплоемкость материала мебели кДж/(кг⋅0С) (см. СНиП II-3-79\*\* прил. 3)  - масса мебели кг. При отсутствии проект­ных данных о мебели ее масса для жилой комнаты принимается равной 200 кг а удельная теплоемкость - 23 кДж/(кг⋅0С).

**4.3.** Величина ожидаемой амплитуды колебаний температуры воз­духа помещения в летний период эксплуатации определяется по формуле

 **(44)**

где  - максимальная амплитуда суточных колебаний температуры на­ружного воздуха в июле, принимаемая для зданий всех исполнений рав­ной 100С;  - коэффициент поглощения солнечной радиации наружной поверхностью ограждения (см. СНиП II-3-79\*\*, прил. 7);  - амплитуда эквивалентной температуры солнечного облучения, принимаемая для зданий всех исполнений равной 200С.

**4.4.** Если величина ожидаемой амплитуды колебаний температуры внутреннего воздуха  окажется выше нормативных значений (см. п. 2.3), то в этом случае следует: принять большее значение термического сопротивления наружных ограждений или увеличить теплоаккумулиру­ющую способность помещения за счет увеличения толщины внутренних теплоемких слоев ограждения или применения более плотных материалов внутренней обшивки, или предусмотреть автоматическое регулирование температуры воздуха помещений.

**Пример 4.** Требуется проверить теплоустойчивость жилого поме­щения дома-общежития, описание которого приводится в примере 1. Для этого рассчитывается по формулам (36) и (44) амплитуда колебания внут­реннего воздуха , ожидаемая в зимний и летний периоды года.

Расчетные параметры для зимнего для зимнего периода: =-500С; =220С; =0,05 (электроотопление без системы автоматического регу­лирования температуры воздуха помещения).

Сопротивление теплопередаче наружных ограждающих конструк­ций , м2⋅0С/Вт, (см. пример 1): стен - 2,2, потолка - 2,7, пола - 6,0, окна - 0,52. Масса мебели принимается равной 200 кг, изготовлена мебель из ДВП (*С*=2,3 кДж/(кг⋅0С)).

Для расчета  прежде всего определяется средневзвешенная ве­личина из значений сопротивления теплопередаче отдельных ограждаю­щих конструкций  [см. формулу (37)].



Затем, чтобы определить коэффициенты теплопоглощения  и  внутренних поверхностей внутренних и наружных ограждающих кон­струкций, необходимо для каждого слоя рассчитать термическое сопро­тивление , м2⋅0С/Вт, [см. формулу (3) СНиП II-3-79\*\*], тепловую инерцию  [см. формулу (38)] и коэффициент теплоусвоения внутрен­ней поверхности ограждения , Вт/(м2⋅0С), по формулам (39) - (41).

Стены внутренние:

ДВП твердая





ДВП мягкая







Пенополистирол







Следовательно расчет *У* начинаем со 2-го слоя



Тогда



Поскольку для внутренних ограждений 

Вт/0С.

Стены наружные: Вт/(м2⋅0С), так как конструкция внут­ренних и наружных стен одинакова;  Вт/(м2⋅0С) - см. пример 1;

 Вт/(м2⋅0С);

 Вт/0С.

Потолок:  Вт/(м2⋅0С) - см. пример 1;  Вт/(м2⋅0С) (конструкция стен и потолка одна и та же).

 Вт/(м2⋅0С);

 Вт/0С.

Окно:

 Вт/(м2⋅0С);

 Вт/0С.

Пол:

линолеум

 м2⋅0С/ Вт ;



ДСП

 м2⋅0С/ Вт ;





ДВП

 м2⋅0С/ Вт ;





Пенополистирол

 м2⋅0С/ Вт ;





Следовательно расчет *У* Вт/(м2⋅0С) начинаем с 3-го слоя









 Вт/0С

0С.

Для летних условий  определяется по формуле (44)  (см. СНиП II-3-79\*\* прил. 7).

 - те же что и в расчете для зим­них условий

0С.

Таким образом расчет показал что для зданий условий 0С а для летних условий 0С.

Следовательно принятая конструкция здания удовлетворяет требо­ваниям теплоустойчивости так как ожидаемая при расчетных условиях амплитуда колебаний температуры воздуха помещения в зимний и летний периоды не превышает нормативного уровня (см. п. 2.3).

**5. ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ**

**К КОНСТРУКЦИИ ПОЛА**

**5.1.** Показатель теплоусвоения  Вт/(м2⋅0С) поверхности пола в мобильных (инвентарных) зданиях не должен превышать следующих зна­чений:

для жилых домов, детских и лечебно-профилактических учрежде­ний 10

для общественных зданий прочего функционального назначения 12

для отапливаемых помещений производственных зданий с посто­янным пребыванием людей на рабочих местах 14

**5.2.** Показатель теплоусвоения поверхности пола,  Вт/(м2⋅0С), следует определять следующим образом:

а) если покрытие (первый слой конструкции пола) имеет тепловую инерцию 

 **(45)**

б) если покрытие пола имеет тепловую инерцию , но тепловая инерция первых двух слоев 

 **(46)**

в) если первые *n* слоев конструкции пола (*n*≥2) имеет суммарную тепловую инерцию , но тепловая инерция *n*+1 сло­ев, , то:

1) вычисляем показатель теплоусвоения наружной поверхности *n*-го слоя по формуле

 **(47)**

2) вычисляем коэффициенты теплоусвоения наружной поверхнос­ти *i*-тых слоев по формуле

 **(48)**

для 

3) принимаем  равным показателю теплоусвоения наружной поверхности 1-го слоя 

В формулах (45) - (48):

 - термические сопротивления соответственно 1-го, *n*-го и *i*-го слоев пола, м2⋅С/Вт, определяемые по формуле (3) СНиП II-3-79\*;

 - коэффициенты теплоусвоения материала соот­ветственно 1-го, 2-го, *n*-го, (*n*+1)-го, *i*-го слоев пола, Вт/(м2⋅0С), принима­емые по прил. 3 СНиП II-3-79\*\*;  - показатель теплоусвоения наруж­ной поверхности (*i*+1)-го слоя пола, Вт/(м2⋅0С).

**Пример 5.** Определить показатель теплоусвоения пола , конст­рукция и теплотехническая характеристика материалов которого приведе­ны в примере 1.

Линолеум

 м2⋅0С/ Вт ;



ДСП

 м2⋅0С/ Вт ;



Тогда по формуле (46)

 Вт/(м2⋅0С).

Следовательно, конструкция пола удовлетворяет предъявленным к ней требованиям, так как  Вт/(м2⋅0С)< Вт/(м2⋅0С) п. 5.1.

**5.3.** Для обеспечения оптимальной температуры поверхности пола в помещениях жилых домов, детских и лечебно-профилактических учреж­дениях необходимо предусматривать искусственный обогрев полов.

**5.4.** Расчетную температуру поверхности обогреваемого пола сле­дует принимать 210С.

**5.5.** Для обогрева полов могут быть использованы горячая вода, теплый воздух или электроэнергия. Выбор теплоносителя в каждом отде­льном случае должен производиться на основе технико-экономических обоснований и расчетов.

При проектировании теплых полов необходимо исходить из того, что главной целью обогрева полов является поддержание оптимальной для человека температуры на их поверхности, а не компенсация общих теплопотерь помещением. При этом сопротивление теплопередаче конст­рукции обогреваемого пола во избежание больших теплопотерь через его конструкцию, а также на случай аварийного отключения, системы обог­рева пола должно быть не менее: для исполнения «С» - 4,5 м2⋅0С/Вт; «О» - 3,5 м2⋅0С/Вт; «Ю» - 3,0 м2⋅0С/Вт.

**6. ВОЗДУХОПРОНИЦАЕМОСТЬ ЗДАНИЙ**

**6.1.** Нормативную воздухопроницаемость , кг/(м2⋅ч), огражда­ющих конструкций зданий и сооружений следует принимать по табл. 12 СНиП II-3-79\*\*. При этом суммарный расход воздуха через все ограждаю­щие конструкции *G* не должны превышать утроенного внутреннего объе­ма здания , т.е. должно выполняться требование .

**6.2.** Суммарный расход воздуха через все ограждающие конструк­ции *G*, м2/ч, при расчетной разности давлений воздуха на наружных и внутренних поверхностях ограждающих конструкций (СНиП II-3-79\*\*, п. 5.2) определяется по формуле

 **(49)**

где  и  - соответственно нормативная воздухопроницаемость, кг/(м2⋅ч) и площадь, м2, наружных ограждений, окон и дверей;  и  - соответственно нормативная воздухопроницаемость, кг/(м⋅ч), и длина, м, стыков между панелями наружных ограждений,  - удельный вес возду­ха, Н/м3, определяемый по формуле (31) СНиП II-3-79\*\* при температуре воздуха, равной среднему значению между расчетными  и .

**6.3.** В том случае, если , то следует предусмотреть допо­лнительные мероприятия по уменьшению общей воздухопроницаемости (уменьшение общей длины рядовых стыковых соединений между панеля­ми ограждений, введение большого количества глухих стен, применение материалов обшивок с большим сопротивлением воздухопроницанию и т.п.).

**Пример 6.** Определить, удовлетворяет ли проектируемый блок-кон­тейнер требованиям, предъявляемым к воздухопроницаемости зданий данного типа.

Исполнение - северное: 0С; 0С. Внутренние габа­риты здания: м. Здание имеет одно окно (м2) и од­ну входную дверь (м2). Стыковые соединения имеются только в местах соединения стеновых панелей.

1. Определяем допустимое значение воздухопроницаемости рас­сматриваемого здания (п. 6.1)

м3,

м3/ч.

2. Далее по формуле (49) определим суммарный расход воздуха через ограждающие конструкции и их элементы *G*, м3/ч.

Внутренняя площадь наружных ограждений  м2 за вычетом окна и двери



Длина стыков *l* м

горизонтальных 

вертикальных 

общая длина 

Нормативная воздухопроницаемость  (СНиП II-3-79\*\* п. 5.3)

для ограждений кг/(м2⋅0С)

для окна кг/(м2⋅0С)

для двери кг/(м2⋅0С)

для стыков кг/(м⋅ч).

Н/м3

м3/ч.

3. Здание удовлетворяет требованиям предъявляемым к его возду­хопроницаемости так как



**7. СОПРОТИВЛЕНИЕ ПАРОПРОНИЦАНИЮ**

**ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ**

**7.1.** Влажностный режим конструкции существенным образом влияет на ее теплозащитные качества и зависит от температуры внутрен­него воздуха паропроницаемости используемых в конструкции материа­лов конструктивного решения ограждений и расположения в нем парои­золяционных и теплоизоляционных слоев.

**7.2.** Сопротивление паропроницанию внутреннего защитного слоя конструкции из условий недопустимости систематического накопления влаги в ограждении в течение годового периода эксплуатации здания и ограничения накопления влаги в ограждении за период с отрицательными температурами наружного воздуха должно быть не менее 4 м2⋅ч⋅Па/мг.

**7.3.** Необходимую парозащиту ограничивающую поступление па­ра из помещения внутрь ограждения создает внутренний защитный слой конструкции (внутренняя обшивка пароизоляция) сопротивление паро­проницанию которого рассчитывается как сумма сопротивлений паро­проницанию составляющих его слоев

 **(50)**

Сопротивление паропроницанию  м2⋅ч⋅Па/мг отдельных слоев вычисляется по формуле

 **(51)**

где *δ* - толщина слоя материала м *μ* - коэффициент паропроницаемости материала мг/(м⋅ч⋅Па) принимаемый по прил. 3 СНиП II-3-79\*\*.

**7.4.** Указанное сопротивление паропроницанию внутреннего слоя конструкции может быть получено покрытием внутренней обшивки ог­раждения (со стороны примыкания к утеплителю) различными лаками или установкой слоя пароизоляции из полиэтиленовой пленки на границе внутренней обшивки и утеплителя.

**7.5.** Перечень основных материалов используемых в инвентарном домостроении в качестве обшивочных и пароизоляционных материалов приведен в табл. 4.

**7.6.** Для обеспечения качественной пароизоляции ограждения не­обходимо предусматривать тщательную герметизацию швов внутренней обшивки и непрерывность пароизоляционного слоя.

**Пример 7.** В рассматриваемой ранее конструкции стеновой панели (см. пример 1) в качестве внутренней обшивки применена древесно-волокнистая плита толщиной 6 мм ( мг/(м⋅ч⋅Па). Требуется оце­нить влажностный режим конструкции.

Сопротивление паропроницанию внутренней обшивки по форму­ле (51) составляет

 м2⋅ч⋅Па/мг

что значительно меньше  м2⋅ч⋅Па/мг. Следовательно в ограждаю­щей конструкции будет происходить систематическое ежегодное накоп­ление влаги что приведет к намоканию мягкой ДВП и значительному со­средоточению влаги в период влагонакопления на границе пенополисти­рола и наружной обшивки. В данной конструкции необходима пароизо­ляция из полиэтиленовой пленки (сопротивление паропроницанию 73 м2⋅ч⋅Па/мг) которая должна быть установлена на границе внутренней обшивки и мягкой ДВП.

Таблица 4

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Толщина слоя мм | *RП*  м2⋅ч⋅Па/мг |
| Картон обыкновенный | 1,3 | 0,016 |
| Листы асбестоцементные | 6 | 0,3 |
| Листы гипсовые обшивочные (сухая штукатурка) | 10 | 0,12 |
| Плиты древесноволокнистые и древесно-стружечные (ГОСТ 4598-74 ГОСТ 10632-77) *γ* = 600 - 1000 кг/м3 | 10 | 0,079-0,084 |
| Плиты древесно-волокнистые твердые | 10 | 0,11 |
| Фанера клееная трехслойная (ГОСТ 3916-69) | 3 | 0,23 |
| Алюминий (ГОСТ 22233-76) | - | - |
| Полиэтиленовая пленка | 0,16 | 7,3 |
| Рубероид одинарный | 1,5 | 1,1 |
| Покрытие поливинилхлоридным лаком за два раза | - | 3,87 |
| Покрытие хлоркаучуковым лаком за два раза | - | 3,47 |
| Толь кровельный | 1,9 | 0,4 |
| Окраска масляная за 2 раза со шпаклевкой и грунтовкой | - | 0,64 |
| Окраска эмалевой краской | - | 0,48 |

**СОДЕРЖАНИЕ**

Предисловие

1. Общие положения

2. Расчетные теплотехнические параметры

3. Сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций

4. Теплоустойчивость

5. Теплотехнические требования к конструкции пола

6. Воздухопроницаемость зданий

7. Сопротивление паропроницанию ограждающих конструкций