Теплорасчет: газобетон 400мм D 400

1. Введение:

Расчет произведен в соответствии с требованиями следующих нормативных документов:

СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий.

СП 131.13330.2012 Строительная климатология.

СП 23-101-2004 Проектирование тепловой защиты зданий

2. Исходные данные:

Район строительства: Ялта

Относительная влажность воздуха: φв=55%

Тип здания или помещения: Административные и бытовые

Вид ограждающей конструкции: Наружные стены

Расчетная средняя температура внутреннего воздуха здания: tв=20°C

3. Расчет:

Согласно таблицы 1 СП 50.13330.2012 при температуре внутреннего воздуха здания tint=20°C и относительной влажности воздуха φint=55% влажностный режим помещения устанавливается, как нормальный.

Определим базовое значение требуемого сопротивления теплопередаче Roтр исходя из нормативных требований к приведенному сопротивлению теплопередаче(п. 5.2) СП 50.13330.2012) согласно формуле:

*Roтр=a·ГСОП+b*

где *а* и *b*- коэффициенты, значения которых следует приниматься по данным таблицы 3 СП 50.13330.2012 для соответствующих групп зданий.

Так для ограждающей конструкции вида- наружные стены и типа здания -административные и бытовые *а*=0.0003;*b*=1.2

Определим градусо-сутки отопительного периода ГСОП, 0С·сут по формуле (5.2) СП 50.13330.2012

ГСОП=(tв-tот)zот

где tв-расчетная средняя температура внутреннего воздуха здания,°C

tв=20°C

tот-средняя температура наружного воздуха,°C принимаемые по таблице 1 СП131.13330.2012 для периода со средней суточной температурой наружного воздуха не более8 °С для типа здания - административные и бытовые

tов=5.1 °С

zот-продолжительность, сут, отопительного периода принимаемые по таблице 1 СП131.13330.2012 для периода со средней суточной температурой наружного воздуха не более 8 °С для типа здания - административные и бытовые

zот=126 сут.

Тогда

ГСОП=(20-(5.1))126=1877.4 °С·сут

По формуле в таблице 3 СП 50.13330.2012 определяем базовое значение требуемого сопротивления теплопередачи Roтр (м2·°С/Вт).

Roнорм=0.0003·1877.4+1.2=1.76м2°С/Вт

Поскольку населенный пункт Ялта относится к зоне влажности - влажной, при этом влажностный режим помещения - нормальный, то в соответствии с таблицей 2 СП50.13330.2012 теплотехнические характеристики материалов ограждающих конструкций будут приняты, как для условий эксплуатации Б.

Схема конструкции ограждающей конструкции показана на рисунке:

1.Туф(p=1600кг/м.куб), толщина δ1=0.025м, коэффициент теплопроводности λБ1=0.64Вт/(м°С), паропроницаемость μ1=0.09мг/(м·ч·Па)

2.Раствор цементно-песчаный, толщина δ2=0.02м, коэффициент теплопроводности λБ2=0.93Вт/(м°С), паропроницаемость μ2=0.09мг/(м·ч·Па)

3.Газобетон (p=400кг/м.куб), толщина δ3=0.4м, коэффициент теплопроводности λБ3=0.15Вт/(м°С), паропроницаемость μ3=0.23мг/(м·ч·Па)

4.Воздушная прослойка 5-10см, толщина δ4=0.05м, коэффициент теплопроводности λБ4=0.18Вт/(м°С), паропроницаемость μ4=0мг/(м·ч·Па)

5.Листы гипсовые обшивочныеГОСТ 6266 (p=1050 кг/м.куб), толщина δ5=0.025м, коэффициент теплопроводности λБ5=0.36Вт/(м°С), паропроницаемость μ5=0.075мг/(м·ч·Па)

Условное сопротивление теплопередаче R0усл, (м2°С/Вт) определим по формуле E.6 СП 50.13330.2012:

R0усл=1/αint+δn/λn+1/αext

где αint - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций, Вт/(м2°С), принимаемый по таблице 4 СП 50.13330.2012

αint=8.7 Вт/(м2°С)

αext - коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкций для условий холодного периода, принимаемый по таблице 6 СП 50.13330.2012

αext=23 Вт/(м2°С) -согласно п.1 таблицы 6 СП 50.13330.2012 для наружных стен.

R0усл=1/8.7+0.025/0.64+0.02/0.93+0.4/0.15+0.05/0.18+0.025/0.36+1/23

R0усл=3.23м2°С/Вт

Приведенное сопротивление теплопередаче R0пр, (м2°С/Вт) определим по формуле 11 СП 23-101-2004:

R0пр=R0усл ·*r*

*r*-коэффициент теплотехнической однородности ограждающей конструкции, учитывающий влияние стыков, откосов проемов, обрамляющих ребер, гибких связей и других теплопроводных включений

*r*=0.92

Тогда

R0пр=3.23·0.92=2.97м2·°С/Вт

Вывод: величина приведённого сопротивления теплопередаче R0пр больше требуемого R0норм(2.97>1.76) следовательно представленная ограждающая конструкция соответствует требованиям по теплопередаче.

**Расчет паропроницаемости**

Согласно п.8.5.5 СП 50.13330.2012 плоскость максимального увлажнения находиться на поверхности выраженного теплоизоляционного слоя №3 Газобетон (p=400кг/м.куб) термического сопротивление которого больше 2/3 R0усл ( R3=2.67м2·°С/Вт, R0усл=3.23м2·°С/Вт)

Определим паропроницаемость Rn, м2·ч·Па/мг, ограждающей конструкции (в пределах от внутренней поверхности до плоскости возможной конденсации)

Rn=0.025/0.075+0.4/0.23=2.07м2·ч·Па/мг

Сопротивление паропроницанию Rn, м2·ч·Па/мг, должно быть не менее нормируемых сопротивлений паропроницанию, определяемых по формулам 8.1 и 8.2 СП 50.13330.2012 , приведенных соответственно ниже :

Rn1тр = (eв - E)Rп.н/(E - eн);

Rn2тр = 0,0024z0(eв - E0)/(pwδwΔwav + η),

где eв - парциальное давление водяного пара внутреннего воздуха, Па, при расчетной температуре и относительной влажности этого воздуха, определяемое по формуле 8.3 СП 50.13330.2012

ев = (φв/100)Eв

Eв - парциальное давление насыщенного водяного пара, Па, при температуре tв определяется по формуле 8.8 СП 50.13330.2012: при tв = 20°С Eв = 1,84·1011exp(-5330/(273+20))=2315Па. Тогда

eв=(55/100)×2315=1273Па

Е - парциальное давление водяного пара, Па, в плоскости возможной конденсации за годовой период эксплуатации, определяемое по формуле Е = (Е1z1 + E2z2 + E3z3)/12,

где E1, Е2, Е3 - парциальные давления водяного пара, Па, принимаемые по температуре ti, в плоскости возможной конденсации, определяемой при средней температуре наружного воздуха соответственно зимнего, весенне-осеннего и летнего периодов; z1, z2, z3, - продолжительность, мес, соответственно зимнего, весенне-осеннего и летнего периодов, определяемая с учетом следующих условий:

а) к зимнему периоду относятся месяцы со средними температурами наружного воздуха ниже минус 5 °С;

б) к весенне-осеннему периоду относятся месяцы со средними температурами наружного воздуха от минус 5 до плюс 5 °С;

в) к летнему периоду относятся месяцы со средними температурами наружного воздуха выше плюс 5 °С.

Для определения ti определим ∑R-термическое сопротивление слоя ограждения в пределах от внутренней поверхности до плоскости возможной конденсации

∑R=0.4/0.15+0.05/0.18+0.025/0.36+1/8.7=3.13м2·°С/Вт

Установим для периодов их продолжительность zi, сут, среднюю температуру *t*i, °С, согласно СП 131.133330.2012 и рассчитаем соответствующую температуру в плоскости возможной конденсации ti, °С, по формуле 8.10 СП 50.13330.2012 для климатических условий населенного пункта Ялта

:весна-осень (январь,февраль)

z2=2мес;

*t2* =[(3.9)+(4.2)]/2=4.1°С

t2=20-(20-(4.1))3.13/3.23=4.6°С

:лето (март,апрель,май,июнь,июль,август,сентябрь,октябрь,ноябрь,декабрь)

z3=10мес;

*t3* =[(6)+(10.8)+(15.7)+(20.2)+(23.6)+(23.2)+(19)+(13.6)+(9.5)+(6.1)]/10=14.8°С

t3=20-(20-(14.8))3.13/3.23=15°С

По температурам(t1,t2,t3) для соответствующих периодов года определим по формуле 8.8 СП 50.13330.2012 парциальные давления(Е1, Е2, Е3) водяного пара E2=843.8 Па,E3=1687.9 Па,

Определим парциальное давление водяного пара Е, Па, в плоскости возможной конденсации за годовой период эксплуатации ограждающей конструкции для соответствующих продолжительностей периодов z1,z2,z3

E=(843.8·2+1687.9·10)/12=1547.2Па.

Сопротивление паропроницанию Rп.н, м2·ч·Па/мг, части ограждающей конструкции, расположенной между наружной поверхностью и плоскостью возможной конденсации, определяется по формуле 8.9 СП 50.13330.2012

Rп.н=0.025/0.09+0.02/0.09=0.5м2·ч·Па/мг

Среднее парциальное давление водяного пара наружного воздуха eн, Па, за годовой период определяется по СП 131.13330.2012 (таблица 7.1)

ен=(600+610+670+920+1250+1560+1770+1700+1410+1090+880+690)/12=1096Па

По формуле (8.1) СП 50.13330.2012 определим нормируемое сопротивление паропроницанию из условия недопустимости накопления влаги за годовой период эксплуатации

Rn1тр=(1273-1547.2)0.5/(1547.2-1096)=-0.3м2·ч·Па/мг

Для расчета нормируемого сопротивления паропроницанию Rn2тр из условия ограничения влаги за период с отрицательными средними месячными температурами наружного воздуха берем определенную по таблице 5.1 СП 131.13330.2012 продолжительность этого периода z0, сут, среднюю температуру этого периода t0, °C: z0 =0сут, t0=00C

Температуру t0, °С, в плоскости возможной конденсации для этого периода определяют по формуле (8.10) СП 50.13330.2012

t0=20-(20-(0))·3.13)/3.23=0.6°С

Парциальное давление водяного пара Е0, Па, в плоскости возможной конденсации определяют по формуле (8.8) СП 50.13330.2012 при t0 =0.6°С равным Е0 =1,84·1011exp(-5330/(273+(0.6))=637.3Па.

Предельно допустимое приращение расчетного массового отношения влаги материалах Газобетон (p=400кг/м.куб) и Раствор цементно-песчаный согласно таблице 10 СП 50.13330.2012 Δw1 =6% Δw2 =2% соответственно. Средняя упругость водяного пара наружного воздуха периода месяцев с отрицательными средними месячными температурами, согдасно СП 131.13330.2012 равна eн.отр=0 Па.

Коэффициент η определяется по формуле (8.5) СП 50.13330.2012

η=0.0024(E0-eн.отр)z0/Rп.н.=0.0024(637.3-0)0/0.5=0

Определим Rn2тр по формуле (8.2) СП 50.13330.2012

Rn2тр=0.0024·0(1273-637.3)/(400·(0.4/2·6+0.02/2·2)+0)=0 м2·ч·Па/мг.

Условие паропроницаемости выполняются Rn>Rn1тр (2.07>-0.3) , Rn>Rn2тр (2.07>0)

**Расчет распределения парциального давления водяного пара по толще конструкция ограждения и определение возможности образования конденсата в толще ограждения(расчет точки росы)**

Для проверки конструкции на наличие зоны конденсации внутри конструкции ограждения определяем сопротивление паропроницанию ограждения Rn по формуле (8.9) СП 50.13330.2012(здесь и далее сопротивлением влагообмену у внутренней и наружной поверхностях пренебрегаем).

Rn=0.025/0.09+0.02/0.09+0.4/0.23+0.025/0.075=2.57 м2·ч·Па/мг.

Определяем парциальное давление водяного пара внутри и снаружи конструкции ограждения по формуле(8.З) и (8.8) СП 50.13330.2012

tв=20°С; φв=55%;

eв=(55/100)×2315=1273Па;

tн=3.9°С

где tн-средняя месячная температура наиболее холодного месяца в году принимаемая по таблице 5.1 СП 131.13330.2012.

φн=74%;

где φн-cредняя месячная относительная влажность воздуха наиболее холодного месяца, принимаемая по таблице 3.1 СП 131.13330.2012.

eн=(74/100)×1,84·1011exp(-5330/(273+(3.9))=595Па

Определяем температуры ti на границах слоев по формуле (8.10) СП50.13330.2012, нумеруя от внутренней поверхности к наружной, и по этим температурам - максимальное парциальное давление водяного пара Еiпо формуле (8.8) СП 50.13330.2012:

t1=20-(20-(3.9))·(0.115)·0.92/2.97=19.4°С;

eв1=1,84·1011exp(-5330/(273+(19.4))=2230Па

t2=20-(20-(3.9))·(0.115+0.07)/3.23=19.1°С;

eв2=1,84·1011exp(-5330/(273+(19.1))=2189Па

t3=20-(20-(3.9))·(0.115+0.35)/3.23=17.7°С;

eв3=1,84·1011exp(-5330/(273+(17.7))=2004Па

t4=20-(20-(3.9))·(0.115+3.02)/3.23=4.4°С;

eв4=1,84·1011exp(-5330/(273+(4.4))=832Па

t5=20-(20-(3.9))·(0.115+3.04)/3.23=4.3°С;

eв5=1,84·1011exp(-5330/(273+(4.3))=826Па

t6=20-(20-(3.9))·(0.115+3.08)/3.23=4.1°С;

eв6=1,84·1011exp(-5330/(273+(4.1))=815Па

Рассчитаем действительные парциальные давления ei водяного пара на границах слоев по формуле

ei = eв-(ев-ен)∑R/Rn

где ∑R - сумма сопротивлений паропроницанию слоев, считая от внутренней поверхности. В результате расчета получим следующие значения:

e1=1273Па

e2=1273-(1273-(595))·(0.33)/2.57=1185.9Па;

e3=1273-(1273-(595))·(0.33)/2.57=1185.9Па;

e4=1273-(1273-(595))·(2.07)/2.57=726.9Па;

e5=1273-(1273-(595))·(2.29)/2.57=668.9Па;

e6=595Па

– – – – распределение действительного парциального давления водяного пара e

–––––– распределение максимального парциального давления водяного пара Е

Вывод: Кривые распределения действительного и максимального парциального давления не пересекаются. Выпадение конденсата в конструкции ограждения невозможно.