## Теплотехнический расчет наружных стен.

Состав ограждения:

- кладка из керамического кирпича (ρ=1800 кг/м³), δ =380мм;

- минераловатная плита Izovol Ст-90, δ =х;

В соответствии с разделом 5 СП 50.13330.2012 (Актуализированная редакция [СниП 23-02-2003](normacs://normacs.ru/AE8?dob=39356.000000&dol=39409.474225)) наружные ограждающие конструкции зданий должны удовлетворять нормируемому сопротивлению теплопередаче R0норм для однородных конструкций наружного ограждения - по Roтр, при этом должно соблюдаться условие Roтр > R0норм

Приведенное сопротивление Rотр ограждающих конструкций следует принимать не менее нормируемых значений R0норм, определяемых по таблице 3 СП 50.13330.2012 в зависимости от градусо-суток района строительства ГСОП.

Градусо-сутки отопительного периода находим по формуле:

ГСОП = (tв - tот)zот, где

tв = 20 ºС – рекомендуемая расчётная температура внутреннего воздуха здания, принимаемая по минимальным значениям оптимальной температуры здания по [ГОСТ 30494](normacs://normacs.ru/10I1M?dob=41395.000023&dol=41457.700521) (таблица 2, категория 3а).

tот = -2.5 ºС - средняя температура наружного воздуха, принимаемая по СП 131.13330.2012 (таблица 3.1) для периода со средней суточной температурой наружного воздуха не более 8 ºС для г. Воронежа.

zот = 190 сут/год – продолжительность отопительного периода со среднесуточной температурой наружного воздуха не более 8 ºС для г. Воронежа.

ГСОП = (20 - ( -2.5)) х 190 = 4275 ºС х сут.

Значение ГСОП отличается от табличного. Согласно табл.3 СП 50.13330.2012

R0норм = a х ГСОП + b,

где a = 0,00035; b = 1,4 – коэффициенты, значение которых приняты по табл. 3

СП 50.13330.2012.

R0норм = 0,00035 х 4275 + 1,4 = 2,896 м²хºС/Вт.

Для установления требуемой толщины теплоизоляционного слоя при проектировании стен, покрытий и перекрытий определяют условное сопротивление теплопередаче по формуле:

R0трусл = R0тр /r,

где r – коэффициент теплотехнической однородности наружных ограждений, определяемый по табл.8 СТО 00044807-001-2006 «Теплозащитные свойства ограждающих конструкций зданий»,

R0усл = 2,896/0,9 = 3,22 м²хºС/Вт.

Термическое сопротивление Rотр, м2×°С/Вт, многослойной ограждающей конструкции определяем по формуле:

Rотр = 1/αв + Rк+ 1/αн ,

где Rк - термическое сопротивление многослойной ограждающей конструкции, м2×°С/Вт, определяемое как сумма термических сопротивлений слоёв (Rслоя), многослойной ограждающей конструкции;

Rслоя = δ / λ ,

Где δ - толщина слоя, м;

λ - расчетный коэффициент теплопроводности материала слоя, Вт/( м2×°С), принимаемый по прил. Т (таблица Т.1) СП 50.13330.2012.

αв = 8.7 Вт/(м2х°С), - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций, принимаемый по табл. 4 СП 50.13330.2012;

αн = 23 Вт/(м2×°С), - коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкций для условий холодного периода, принимаемый по табл. [6](#TO0000009) СП 50.13330.2012.

1/8,7 + 0,38/0,7 + х/0,039 + 1/23 = 3,22

0,115 + 0,543 + х/0,039 + 0,043 = 3,22

**х = 0,098м**

Принимаем минераловатную плиту Izovol Ст-90 толщиной δ = 100мм.

Rфакт=1/8,7 + (0,543 + 2,564)х0,9 + 1/23 = 2,954 м²хºС/Вт.

Проверяем условие Rфакт > R0тр

2,954 м²хºС/Вт > 2,896 м²хºС/Вт.

## Теплотехнический расчет безчердачного покрытия.

Состав покрытия:

- (деревянная стропильная система, ОСП, мягкая черепица);

- минераловатная плита Izovol Ст-90, δ =х;

В соответствии с разделом 5 СП 50.13330.2012 (Актуализированная редакция [СниП 23-02-2003](normacs://normacs.ru/AE8?dob=39356.000000&dol=39409.474225)) наружные ограждающие конструкции зданий должны удовлетворять нормируемому сопротивлению теплопередаче R0норм для однородных конструкций наружного ограждения - по Roтр, при этом должно соблюдаться условие Roтр > R0норм

Приведенное сопротивление Rотр ограждающих конструкций следует принимать не менее нормируемых значений R0норм, определяемых по таблице 3 СП 50.13330.2012 в зависимости от градусо-суток района строительства ГСОП.

Градусо-сутки отопительного периода находим по формуле:

ГСОП = (tв - tот)zот, где

tв = 20 ºС – рекомендуемая расчётная температура внутреннего воздуха здания, °С, принимаемая по минимальным значениям оптимальной температуры здания по [ГОСТ 30494](normacs://normacs.ru/10I1M?dob=41395.000023&dol=41457.700521) (таблица 2, категория 3а).

tот = -2.5 ºС - средняя температура наружного воздуха, принимаемая по СП 131.13330.2012 (таблица 3.1) для периода со средней суточной температурой наружного воздуха не более 8 ºС для г. Воронежа.

zот = 190 сут/год – продолжительность отопительного периода со среднесуточной температурой наружного воздуха не более 8 ºС для г. Воронежа.

ГСОП = (20 - ( -2.5)) х 190 = 4275 ºС х сут.

Значение ГСОП отличается от табличного. Согласно табл.3 СП 50.13330.2012

R0норм = a х ГСОП + b,

где a = 0,0005, b = 2,2 – коэффициенты, значение которых приняты по табл. 3

СП 50.13330.2012.

R0норм = 0,0005 х 4275 + 2,2 = 4,34 м²хºС/Вт.

Для установления требуемой толщины теплоизоляционного слоя при проектировании стен, покрытий и перекрытий определяют условное сопротивление теплопередаче по формуле

R0трусл = R0тр /r,

где r – коэффициент теплотехнической однородности наружных ограждений, определяемый по табл. 8 СТО 00044807-001-2006 «Теплозащитные свойства ограждающих конструкций зданий»,

R0трусл = 4,34 / 0,9 = 4,82 м²хºС/Вт.

Термическое сопротивление Rотр, м2×°С/Вт, многослойной ограждающей конструкции определяем по формуле:

Rотр =1/αв + Rк+ 1/αн ,

где Rк - термическое сопротивление многослойной ограждающей конструкции, м2×°С/Вт, определяемое как сумма термических сопротивлений слоёв (Rслоя), многослойной ограждающей конструкции;

Rслоя = δ / λ ,

Где δ - толщина слоя, м;

λ - расчетный коэффициент теплопроводности материала слоя, Вт/( м2×°С), принимаемый по прил. Т (таблица Т.1) СП 50.13330.2012;

где αв = 8.7 Вт/(м2х°С), - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций, принимаемый по табл. 4 СП 50.13330.2012;

αн = 23 Вт/(м2×°С), - коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкций для условий холодного периода, принимаемый по табл. [6](#TO0000009) СП 50.13330.2012.

1/8,7 + х/0,039 + 1/23 = 4,82

0,115 + х/0,039 + 0,043 = 4,82

**х = 0,182м**

Принимаем минераловатную плиту Izovol Ст-90 толщиной δ = 200мм.

Rфакт=1/8,7 + (5,128)·0,9+ 1/23 = 4,77 м²хºС/Вт.

Проверяем условие Rфакт ≥ Rreq

4,77 м²хºС/Вт > 4,34 м²хºС/Вт.

## Теплотехнический расчет пола.

Состав покрытия:

- железобетонная многопустотная плита перекрытия, δ =220 мм;

- минераловатная плита Izovol П-175, δ =х;

- стяжка из цементно-песчаного раствора, δ =30 мм;

- покрытие пола (не учитываем)

Нормируемое значение теплопередаче перекрытия над подвалом:

R0b.c = nt · R0норм,

где R0норм- нормируемое сопротивление теплопередаче стены, определяемое согласно СП 50.13330.2012 в зависимости от градусо-суток отопительного периода климатического района строительства;

nt - коэффициент, определяемый по формуле:

Градусо-сутки отопительного периода находим по формуле:

ГСОП = (tв - tот)zот, где

tв = 20 ºС – рекомендуемая расчётная температура внутреннего воздуха здания, принимаемая по минимальным значениям оптимальной температуры здания по [ГОСТ 30494](normacs://normacs.ru/10I1M?dob=41395.000023&dol=41457.700521) (таблица 2, категория 3а).

tот = -2.5 ºС - средняя температура наружного воздуха, принимаемая по СП 131.13330.2012 (таблица 3.1) для периода со средней суточной температурой наружного воздуха не более 8 ºС для г. Воронежа.

zот = 190 сут/год – продолжительность отопительного периода со среднесуточной температурой наружного воздуха не более 8 ºС для г. Воронежа.

ГСОП = (20 - ( -2.5)) х 190 = 4275 ºС х сут.

Значение ГСОП отличается от табличного. Согласно табл.3 СП 50.13330.2012

R0норм = a х ГСОП + b,

где a = 0,00045; b = 1,9 – коэффициенты, значение которых приняты по табл. 3

СП 50.13330.2012.

R0норм = 0,00045 х 4275 + 1,9 = 3,824 м²хºС/Вт.

где, nt - коэффициент, учитывающий зависимость положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху, определяемый по формуле:

где, = + 2°С - температура воздуха в техническом подполье, = - 24°С - температура наружного воздуха.

R0b.c = nt · R0норм= 0,41·3,824 = 1,568 м2×°С/Вт.

Для установления требуемой толщины теплоизоляционного слоя при проектировании стен, покрытий и перекрытий определяют условное сопротивление теплопередаче по формуле

R0b.c.усл = R0b.c. /r,

где r – коэффициент теплотехнической однородности наружных ограждений, определяемый по табл. 8 СТО 00044807-001-2006 «Теплозащитные свойства ограждающих конструкций зданий»,

R0b.c.усл = 1,568 / 0,9 = 1,742 м²хºС/Вт.

Термическое сопротивление Rо, м2×°С/Вт, многослойной ограждающей конструкции определяем по формуле:

Rо=1/αв + Rк+ 1/αн ,

где Rк - термическое сопротивление многослойной ограждающей конструкции, м2×°С/Вт, определяемое как сумма термических сопротивлений слоёв (Rслоя), многослойной ограждающей конструкции;

Rслоя=δ/λ ,

Где δ - толщина слоя, м;

λ - расчетный коэффициент теплопроводности материала слоя, Вт/( м2×°С), принимаемый по прил. Т (таблица Т.1) СП 50.13330.2012.

где αв = 8.7 Вт/(м2х°С), - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций, принимаемый по табл. 4 СП 50.13330.2012;

αн = 6 Вт/(м2×°С), - коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкций для условий холодного периода, принимаемый по табл. [6](#TO0000009) СП 50.13330.2012.

1/8,7 + 0,22/1,92 + 0,03/0,76+ х/0,043 + 1/6 = 1,742

0,115 + 0,114 + 0,039 + х /0,043 + 0,167 = 1,742

**х = 0,056 м**

Применим плиты минераловатные Izovol П-175 толщиной δ = 60мм.

Rфакт = 1/8,7 + (0,114 + 0,039 + 1,395)·0,9 + 1/6 = 1,675 м²хºС/Вт.

Проверяем условие Rфакт ≥ R0b.c

1,675 м²хºС/Вт > 1,568 м²хºС/Вт.

## Теплотехнический расчет цокольных стен жилого дома.

Состав ограждения:

- стены из сборных железобетонных блоков, δ =400мм;

- утеплитель - экструзионный пенополистирол ТЕХНОНИКОЛЬ, δ=х мм;

В соответствии с разделом 5 СП 50.13330.2012 (Актуализированная редакция [СниП 23-02-2003](normacs://normacs.ru/AE8?dob=39356.000000&dol=39409.474225)) наружные ограждающие конструкции зданий должны удовлетворять нормируемому сопротивлению теплопередаче R0норм для однородных конструкций наружного ограждения - по Roтр, при этом должно соблюдаться условие Roтр > R0норм

Приведенное сопротивление Rотр ограждающих конструкций следует принимать не менее нормируемых значений R0норм, определяемых по таблице 3 СП 50.13330.2012 в зависимости от градусо-суток района строительства ГСОП.

Градусо-сутки отопительного периода находим по формуле:

ГСОП = (tв - tот)zот, где

tв = 2 ºС – рекомендуемая расчётная температура внутреннего воздуха в техническом подполье.

tот = -2.5 ºС - средняя температура наружного воздуха, принимаемая по СП 131.13330.2012 (таблица 3.1) для периода со средней суточной температурой наружного воздуха не более 8 ºС для г. Воронежа.

zот = 190 сут/год – продолжительность отопительного периода со среднесуточной температурой наружного воздуха не более 8 ºС для г. Воронежа.

ГСОП = (2 - ( -2.5)) х 190 = 855 ºС х сут.

Значение ГСОП отличается от табличного. Согласно табл.3 СП 50.13330.2012

R0норм = a х ГСОП + b,

где a = 0,00035; b = 1,4 – коэффициенты, значение которых приняты по табл. 3

СП 50.13330.2012.

R0норм = 0,00035 х 855 + 1,4 = 1,699 м²хºС/Вт.

Для установления требуемой толщины теплоизоляционного слоя при проектировании стен, покрытий и перекрытий определяют условное сопротивление теплопередаче по формуле:

R0трусл = R0тр /r,

где r – коэффициент теплотехнической однородности наружных ограждений, определяемый по табл.8 СТО 00044807-001-2006 «Теплозащитные свойства ограждающих конструкций зданий»,

R0усл = 1,699/0,9 = 1,888 м²хºС/Вт.

Термическое сопротивление Rотр, м2×°С/Вт, многослойной ограждающей конструкции определяем по формуле:

Rотр = 1/αв + Rк+ 1/αн ,

где Rк - термическое сопротивление многослойной ограждающей конструкции, м2×°С/Вт, определяемое как сумма термических сопротивлений слоёв (Rслоя), многослойной ограждающей конструкции;

Rслоя = δ / λ ,

Где δ - толщина слоя, м;

λ - расчетный коэффициент теплопроводности материала слоя, Вт/( м2×°С), принимаемый по прил. Т (таблица Т.1) СП 50.13330.2012.

αв = 8.7 Вт/(м2х°С), - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций, принимаемый по табл. 4 СП 50.13330.2012;

αн = 23 Вт/(м2×°С), - коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкций для условий холодного периода, принимаемый по табл. [6](#TO0000009) СП 50.13330.2012.

1/8,7 +0,4/1,92 + х/0,032 + 1/23 = 1,888

0,115 + 0,208+ х/0,032+0,043=1,888

**х = 0,048 м**

Применим плиту из экструзионного пенополистирола ТЕХНОНИКОЛЬ толщиной δ = 50мм.

Rфакт=1/8,7 + (0,208+1,56)·0,9 + 1/23 = 1,83 м²хºС/Вт.

Проверяем условие Rфакт > Rreq

1,83 м²хºС/Вт > 1,699 м²хºС/Вт.