МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Пермский государственный технический университет

Строительный факультет

Кафедра строительных конструкций

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

К курсовому проекту по дисциплине “Конструкции из дерева и пластмасс”

на тему

**“Проектирование конструкций из дерева и пластмасс плавательного бассейна”**

Выполнил Краснов В.Г.

Руководитель Осетрин А.В.

###### г. Пермь 2010

**Исходные данные**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| буквы ФИО | номер зачетки | схема задания | исходные данные |
| К  Р  А  С  Н  О  В | 6 | ПО ПРИЛ. 1  СХЕМА 6:  Плавательный бассейн | место строительства – г. Челябинск  шаг несущих конструкций – 3,5м  расчетный пролет рамы – 24м  высота рамы 5,5 м  длина здания – 72м  материал обшивок панелей – фанера ФБС  средний слой панели – Минвата |

**Введение**

Деревянные конструкции находят широкое применение в практике строительства благодаря разнообразию конструктивных форм, широкому диапазону перекрываемых пролетов, малой массе, относительно высокой долговечности и огнестойкости, простоте изготовления и монтажа, высокой степени заводской готовности, наличию обширной сырьевой базы.

С применением деревянных конструкций, таких как балки, рамы, арки, плиты покрытий и перекрытий на деревянном каркасе построено и эксплуатируется большое количество зданий производственного назначения, складов минеральных удобрений, спортивных, зрелищных, торговых и других гражданских зданий и сооружений. Весьма эффективно используются клееные деревянные конструкции.

Цель работы - закрепление теоретический знаний и развитие навыков самостоятельной работы в области расчета и проектирования конструкций из дерева и пластмасс. В процессе проектирования должнен проявить умение самостоятельно работать с научно-технической литературой, использовать новейшие нормативные и справочные материалы.

**1. Компоновка плиты**

Плиты покрытия укладываются непосредственно по несущим конструкциям, соответственно, длина плиты равна шагу несущих конструкций – 3,5 м, а с учетом припусков при изготовлении – 3,48 м. Ширина плиты принимается равной ширине стандартного листа фанеры (1500\*3500). С учетом обрезки кромок для их выравнивания ширина плиты – 1,48м. Направление волокон наружных слоев фанеры следует располагать вдоль плиты. Толщина фанеры – 10мм.

Высота плиты



Толщину ребер принимаем 50мм. По сортаменту принимаем доски 50\*175мм. Фанера приклеивается к нижней стороне деревянного каркаса, поэтому фрезеруются только кромки досок. После острожки кромок размеры ребер 50\*170мм. Шаг продольных ребер конструктивно назначаем 50см. Пароизоляция – окрасочная по наружной стороне обшивки. Окраска производится эмалью ПФ-115 за 2 раза.

**1.1 Теплотехнический расчет плиты**

Режим помещения:

- температура наиболее холодной пятидневки с обеспеченностью 0,98: -35ºC;

- средняя температура воздуха со среднесуточной температурой ≤8ºC: -6,5ºC;

- продолжительность периода со среднесуточной температурой ≤8ºC: 218 суток (определена путем интерполяции);

- условие эксплуатации: Б3.



Условия эксплуатации конструкций **Б3.**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование слоя |  |  |  |  |
| Фанера ФБС | 1000 | 0,01 | 0,13 | 0,077 |
| Окраска |  |  |  |  |
| Минвата | 30 |  | 0,05 |  |



αint = 8,7 Вт/(м2⋅°С) - по табл. 4\*[2], αext = 23 Вт/(м2⋅°С) - по табл. 6\*[2].

Dd = (tint – tht) × zht = (21+6,5) × 218 = 5995

Rreq=3,39 по таблице 4 СНиП 23-02-2003



**1.2 Сбор нагрузок**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименование нагрузки | Нормативная Н/м2 | коэффициент надежности | Расчетная Н/м2 |
| А. Постоянные |  |  |  |
| Кровля из волнистых листов ONDULINE | 31 | 1,1 | 34,1 |
| Собственная маса плиты покрытия |  |  |  |
| Верхняя обшивка из фанеры марки ФСБ 0,01\*6000=60 | 60 | 1,1 | 66 |
| продольные ребра 0,05\*0,170\*4\*5000/1,48=114,86 | 114,86 | 1,1 | 126,35 |
| Утеплитель 300\*0,15=45 | 45 | 1,3 | 58,5 |
| Нижняя обшивка из фанеры марки ФСБ 0,01\*6000=60 | 60 | 1,1 | 66 |
| ИТОГО: | 310,86 |  | 350,95 |
| Б. Временные |  |  |  |
| Снеговая 1600 | 1120 |  | 1600 |
| ВСЕГО: | 1430,86 |  | 1950,95 |

Полные погонные нагрузки:

Нормативная



Расчетная



**1.3 Статический расчет**

Ширина площадки опирания на верхний пояс несущей конструкции – 6см, тогда расчетный пролет плиты равен



Плита рассчитывается как балка на двух опорах.

Расчетный изгибающий момент:



Расчетная поперечная сила:



При уклонах кровли 1:4 расчет плиты допускается вести без учета явления косого изгиба.

Геометрические характеристики сечения

Расчет клееных элементов из фанеры и древесины выполняется по методу приведенного поперечного сечения в соответствии с п.4.25 СНиП II-25-80.

Расчетная ширина фанерной обшивки при



Геометрические характеристики плиты приводим к фанере с помощью коэффициента приведения:



Приведенная площадь поперечного сечения плиты



Приведенный статический момент поперечного сечения плиты относительно нижней плоскости обшивки



Расстояние от нижней грани до нейтральной оси поперечного сечения плиты



Расстояние от нейтральной оси до верхней грани продольных ребер



Расстояние от нейтральной оси плиты до центра тяжести продольных ребер



Приведенный момент инерции плиты относительно нейтральной оси



**1.4 Конструктивный расчет**

Проверка напряжений

Максимальные напряжения в растянутой фанерной обшивке:

**,** где



-коэффициент надежности по назначению.



Максимальные растягивающие напряжения в ребре деревянного каркаса

,



где коэффициент приводит геометрические характеристики к наиболее напряженному материалу – древесине, т.е.



Максимальные сжимающие напряжения в ребре деревянного каркаса



Проверка скалывающих напряжений по клеевому шву между фанерной обшивкой и продольными ребрами каркаса:

,



где -статический момент фанерной обшивки относительно нейтральной оси:



Прочность клеевого шва между фанерой и древесиной (фанера приклеивается на клее ФРФ – 50) принимается равной прочности фанеры на скалывание вдоль волокон наружных слоев 78,4Н/см2 (табл.10 СНиП II-25-80).

Проверка прогиба плиты

Относительный прогиб плиты:



Скомпонованное сечение удовлетворяет условиям прочности и жесткости.

**2. Определение геометрических характеристик рамы**

За расчетную ось принята наружная кромка рамы

а) высота в коньковом узле рамы

Н = 5,5 м;

б) задаемся высотой вертикальной части стойки hнст = 1 м, тогда

hвст = h - hнст = 5 - 1 = 4 м;

в) угол между ригелем и стойкой:

α = 90о + γ = 90 + 14 = 104о, тогда

= 52о;



г) радиус закругления карнизного узла:

r = hвст · tg = 4 · 1.28 = 5,12 м;



**Сбор нагрузок**

Таблица 2

Нагрузки на раму (Н/м2)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименование нагрузок | Нормативные  нагрузки | γf | Расчетные нагрузки |
| А: Постоянные   * покрытие * собственная масса рамы | 311  277 | 1,2  1,1 | 374  306 |
| Итого: | 588 |  | 680 |
| Б: Временные  - снеговая: S = So \* μ = 1600 \* 0,7  So = 1680 Н/м2; μ =,7 | 1120 |  | 1600 |
| Полная нагрузка: | 1708 |  | 2380 |

Собственная масса рамы:

gнс.м. = Н/м2;



где gнп – нормативная нагрузка от собственной массы покрытия;

gнсн – нормативная снеговая нагрузка на покрытие;

ксм – коэффициент собственной массы несущих конструкций.

Полные погонные нагрузки:

а) постоянная gп = 680 · 3,5 = 2380 Н/м = 2,4 кН/м;

б) временная gсн = 1600 · 3,5 = 5600 Н/м = 5,6 кН/м;

в) полная g = gп + gсн = 8 кН/м

**3. Конструктивный расчет рамы**

Задаемся: 1. Материал несущей конструкции – ель II сорта;

2. Ширина сечения: b = 165 мм; Ru = 1,3 кН/см2

3. Толщина слоев: r/δсл 200 🡪 δсл = r/200;



r = 5.12 м (табл. 9 СНиП II-2580)

δсл = 512/200 = 2,56 24 мм.



Определяем приближенно требуемую высоту сечения рамы в карнизном узле:

🡪 ;



hтр = = 97,33 см;



Компонуем сечение из 43 слоя h = 41·2,4 = 98 см

Принимаем высоту сечения в коньковом узле:

Hк = 0,3 · h = 0,3 · 105 =32 см;

в опорном узле:

hоп = 0,4 · h = 0,4 · 105 = 42 см

а). Проверка сечений элементов рамы по внутренней сжатой кромке.

σ = ; ;



W = = 26411.0 см3



Wрасч. = W \* Кгв = 26411 \* 0,93 = 24562,23 см3;

Кгв = = ;



- коэффициент, учитывающий дополнительный момент от продольной силы при деформации элемента;



N = 141,23 кН;

А2 = 1617 см2;

λ =



λ ==57,01



где lo – расчетная длина рамы по осевой линии:

lo =16,148 м (свойства полилинии AutoCad)

;;



σ = кн/см2 <1,23 кн/см2;



mb = 1 (табл. 5), mн = 1 (табл. 6), mδ = 0,96

(табл. 7),

mсл = 1,1 (табл. 8), mгн = 0,9 (табл. 9)

Rc/ = Rc · mb · mн · mδ · mсл · mгн =1,3 · 1· 1 · 0.96 · 1.1 · 0.9 = 1,23 кН;

б) Проверяем по наружной растянутой кромке

σ = -<Rp;



Кгн = ;



;



W = = 26411.0 см3



σ = -=0,95>0,9



Сечение не удовлетворяет условиям прочности.

Принимаем размеры сечения b=16,5 см, h= 105,6 см.

а). Проверка сечений элементов рамы по внутренней сжатой кромке.

σ = ; ;



W = = 30319 см3



Wрасч. = W \* Кгв = 26411 \* 0,93 = 28196,44 см3;

Кгв = = ;



- коэффициент, учитывающий дополнительный момент от продольной силы при деформации элемента;



N = 141,23 кН;

А2 = 1732 см2;

λ =



λ ==57,01



где lo – расчетная длина рамы по осевой линии:

lo =16,148 м (свойства полилинии AutoCad)

;;



σ = кн/см2 <1,23 кН/см2;



mb = 1 (табл. 5), mн = 1 (табл. 6), mδ = 0,96

(табл. 7),

mсл = 1,1 (табл. 8), mгн = 0,9 (табл. 9)

Rc/ = Rc · mb · mн · mδ · mсл · mгн =1,3 · 1· 1 · 0.96 · 1.1 · 0.9 = 1,23 кН;

б) Проверяем по наружной растянутой кромке

σ = -<Rp;



Кгн = ;



;



W = = 26411.0 см3



σ = -=0,82<0,9 кН/см2



Сечение удовлетворяет условиям прочности.

Проверка устойчивости плоской формы деформирования рамы.

- формула 33 [1]



где: F = 16,5\*105,6 = 1732,5 кН

W = = 30319 см3



n = 1– для элементов имеющих закрепления растянутой зоны из плоскости деформирования;

ϕ - коэффициент продольного изгиба для гибкости участка элемента расчётной длины lр из плоскости деформирования:

lр = l · μ = 3 · 0.65 = 1.95м – формула 10 [1] - при шаге распорок 3м;

lр = lр1 · μ0;

μ0 = 0.8 – по п. 4.21 [1] - для ϕм

= 40.89 < 70



ϕ = 1-0,8 · ;



N = 141.23 кН

mb = 1 (табл. 5), mн = 1 (табл. 6), mδ = 0,96

(табл. 7),

mсл = 1,1 (табл. 8), mгн = 0,9 (табл. 9)

Rc/ = Rc · mb · mн · mδ · mсл · mгн =1,3 · 1· 1 · 0.96 · 1.1 · 0.9 = 1,23 кН;

==0.92;



ϕм =



где: kф = 1.13 – по табл. 2 приложения 4 [1]

ϕм = ==2.10



=0.08 < 1 – система связей и распорок обеспечивается устойчивость рамы.



Опорный узел



Проверяем клеевые швы на скалывание:

τ = 1,5 · ;



Qо = 88,96 кНм;

Расчетная длина сечения: bрасч = 0,6 · 165 = 99 мм = 10 см;

Ширина опорной части за вычетом симметричной подрезки по 3 см:

hоп = 90 – 2 · 3 = 84 см;

τ = 1,5 · = 1,06 кН/см2;



Проверяем древесину на смятие в месте упора стойки рамы на фундамент:

σсм = ;



Аоп = 16,5·84 = 1386 см2;

σсм = = 102,21 Н/см2 < Rсм ·KN= 300·0,9 = 300 Н/см2;



KN-коэфициент учитывающий концентрацию напряжений под кромкой башмака (п 5.29 пособие по проектированию деревянных конструкций)

Высота вертикальной стенки башмака из условий смятия древесины поперек волокон:

hδ = = см:



Для определения толщины этой стенки находим изгибающий момент в пластине:

М = кН\*см;



Н = Qo = 88,96 кН;

Wтр = 100,08/24,5 = 4,08 см3;

δ = = 1,25 см, принимаем δ = 14 мм;



Траверсы проектируем из уголка 180x125x14 мм;

Проверяем вертикальную полку уголка без учета горизонтальной полки на внецентренное растяжение по формуле:

σр = ;



АВП = 1,4 · 16,6 = 22,96 см2;

WВП = = 62,75 см3;



М = 729,47 кН·см;



σр = = 13,55 кН/см2 < 24,5 кН/см2(для стали С245);



Крепление башмака к фундаменту предусматриваем 2-мя болтами d = 24 мм.

Проверяем анкерный болт на растяжение по ослабленному нарезкой сечению:

σр = = 1,22 кН/см2 < Rрст = 14.5 кН/см2;(для анкерных болтов из стали ВСт3пс2)



Nр = = 5,5 кН



Напряжение анкерного болта на срез:

τ = = 9,84 кН/см2 < Rсрб = 0,6\*4,52\*14,5=39,32 кН/см2;



Коньковый узел



Соединение полурам выполняется впритык с помощью деревянных накладках.

Усилия, действующие в узле:

H = 105,32 кН;

Qc = 54,57 кН;

Торцы клееных блоков ригеля в узле соединяем впритык не по всей высоте, а со срезом крайних досок под углом по 25 мм для большей шарнирности узла и предотвращения откола крайних волокон при повороте элементов шарнирного узла. Боковая жесткость узла обеспечивается постановкой парных накладок сечением 200x125 мм на болтах d=20 мм.

Напряжение смятия в торцах ригеля при α = 14о:

σсм = = 0,19 кН/см2 < Rсмα · mв



Асмα = = 550,57 см2;



Асм = b·hсм; где hсм = h/cos α;

Находим вертикальные усилия в болтах при расстоянии между болтами

е1 = 100 мм и е2 = 250 мм:

V1 = = 39,0 кН;



V2 = - Qc + V = - 54.57 + 39,0 = - 15,57 кН;

Расчетная несущая способность двух двухсрезных болтов d = 20 мм из условий изгиба нагеля при направлении усилий под углом к волокнам α=90о (для накладок):

количество болтов в одном ряду определяется:



где: nc = 2 - количество плоскостей среза

- минимальная несущая способность одного болта – согласно п. 5.13 [1] несущая способность на смятие древесины среднего элемента под углом α;



крайнего элемента (накладки).

Тнаг= 2.5 · 22 = 10 кН

Тогда: в первом ряду

1.95 шт. принимаем 2 болта.



во втором ряду

0.78 шт. принимаем 1 болт.



Напряжение в накладках:

σм = = 0,42 кН/см2 < Ru = 1,3 кН/см2;



М = = 682,25 кН·см;



Wнак = 2· (Wбр – Wосл) = 2· () = 1638 см3;



прочность накладок обеспечена;

Коньковый узел (валиковый шарнир)



Принимаем толщину щек валикового шарнира 14 мм,

Диаметр валикового шарнира 60 мм

Напряжение смятия под пластиной валикового шарнира ригеля при α = 14о:

σсм = = 0,34 кН/см2 < Rсмα · KN =1,3\*0,5



Асмα = = 306,18 см2;



Асм = b·hсм; где hсм = h/cos α;

Проверяем равнодействующее усилие в максимально нагруженном болте



Тнаг= 2.5 · 22 = 10 кН

nш=2;

M=Q\*e=54,57\*17.6=960.43 кН·см;

e - расстояние от оси шарнира до центра болтового соединения;

nб – количество в крайнем ряду параллельном оси элемента;

mб – общее количество болтов

zi – расстояние между осями болтов в направлении перпендикулярном оси

элемента

zmax – максимальное расстояние в том же направлении

=10 кН



Такой тип конькового узла не рационален для соединения данных полурам, т.к.:

Равнодействующее усилие в максимально нагруженном болте больше несущей способности болта;

Диаметр болтов(нагелей) не возможно увеличить из условия компоновки нагелей.

При увеличении числа рядов болтов увеличится расчетный момент, что приведет к увеличению равнодействующего усилия в болте.

**4. Рекомендация по защите конструкций от загнивания и разгорания**

Основным направлением борьбы с загниванием **является** создание осушающего режима, исключающего возникновение очагов загнивания. При проектировании деревянных конструкций должна предусматриваться и соблюдаться меры, предотвращающие возможность капельного переувлажнения древесины, *как* при возведении з**даний** и **сооружений,** так и **при их** **эксплуатация.**

К мерам **конструктивной** профилактики **относятся:**

**-** устройство надежной гидроизоляции и **пароизоляции,**

**-**обеспечение **свободного** доступа к **опорным** узлам ферм и балок (низ несущих конструкций стоек, рам должен находиться на отметке + 0,3м, а арок - на **отметке 0,5м);**

**- изоляция** деревянных элементов от кирпича, бетона **и** металла; - обеспечение сквозного проветривании **подвала** и чердаков устройство вентиляционных продухов в стеновых панелях и плита **покрытия.**

Для изготовления конструкций допускается использовать только сухие пиломатериалы с влажностью не *более* 10% для КДК и *с* влажностью не более *20%* для неклееных деревянных конструкций.

Если в процессе эксплуатации возникает опасность переувлажнения деревянных конструкций, то наряду с конструктивными мерами применяются химические меры защиты древесины от загнивания. Защита мелких деталей и изделий из древесины производится путем пропитки их водорастворимыми или масляными антисептиками.

Наибольшее применение находят водорастворимые антисептики смесь технической буры и борной кислоты (ББК-3), - кремнефтористый натрии, пентахлорфенолят натрия, хромат меди (ХМ - 5, ХМБ - 444), медно – хромцинковый препарат МХХД.

Для защити от гигроскопического переувлажнения несущих клееных деревянных конструкций через боковые поверхности рекомендуются влагозащитные покрытия из синтетических лаков и эмалей, Применяются главным образом пентафталевые эмали ПФ – 115, ПФ - 133. ПФ - 133 и хлорвиниловые эмали ХВ-110, ХВ-113, ХВ-1100.

Уретаковые и пентафталевые лаки ПФ-170, ПФ-238, ПФ - 283 используются при защите клееных и клеефанерных конструкций, а также изделий из древесных материалов для сохранения естественного вида защищаемых поверхностей. Толщина лакокрасочного покрытия должна находиться в пределах 90-150 мкм, в зависимости от типа покрытий и *условий* эксплуатации.

Торцы клееных деревянных конструкций и места соприкосновения с металлическими накладками защищаются тиокодовыми мастиками У – 30м, УГ – 32 или апоксидными шпаклевками К – 153 и К – 115. в металлодеревянных конструкциях металлические детали защищаются от коррозии в соответствии с рекомендациями СНиП 2.03.11-85 «Защита строительных конструкций от коррозии». В пояснительной записке следует конкретно указать какая конструкция (или элемент конструкции) защищается, чем защищается, каким способом. Например: для клеефанерной утепленной плиты покрытия под рулонную кровлю:

* Конструктивные меры защиты: устройство вентиляции вдоль ската кровли, вынос карниза на 500мм от продольной стены, надежное устройство стыков (утепленный расширенный продольный стык)
* Химические меры защиты: пропитка деревянных ребер плит 10%-ным раствором кремнефтористого аммония (КФА) по способу горячее – холодных ванн; окраска фанерных обшивок пентафталевой эмалью ПФ – 115 за два раза (эта окраска для нижней обшивки является и пароизиляцией).

По условиям огнестойкости рекомендуется проектировать конструкции массивного, прямоугольного сечения, предел огнестойкости которых составляет 30-40 минут и защита который антипиренами не требуется. Для повышения огнестойкости узловых соединений целесообразно размещать металлические крепежные элементы в толще деревянного элемента.

**5. Технико-экономические показатели проекта**

Расход древесины в деле - Vg [м3/м2]:



Расход cтали Gст [кг/м2]



Фактическая собственная масса несущей конструкции – gфсм [кг/м2]:



Фактическая собственная масса несущей конструкции – KФСМ



**Литература**

1. СНиП 2.01.07-86. Нагрузки и воздействия. - М.: Стройиэдат, 1988.
2. СНиП II-25-80. Деревянные конструкции. Нормы проектирования- М.: Стройиздат, 1982.
3. Конструкции из дерева и пластмасс; Уч. для вузов/Под ред. Г.Г. Карлсена, и В.В.Сдицкоухова, - М.:Стройиздат,1986.
4. Конструкции из дерева и пластмасс. Примеры расчета и конструирования; Уч.пособие для вузов /Под ред. В.А.Иванова.- Киев Высшая школа,1981.

5. Грин И.М. Строительные конструкции из дерева и синтетических материалов. Проектирование и расчет. - Киев: Вида школа. 1980.

6. Пособие по проектированию деревянных конструкций / ЦНИИСК им. В.В,Кучеренко.- М.: Стройиздат, 1886.

1. Рекомендация по проектированию панельных конструкций с применением древесины и древесных материалов для производственных зданий / ЦНИИСК им. А,В,Кучеренко. – М.: Стройиздат, 1982,
2. Руководство по обеспечению долговечности деревянных клееных конструкций При воздействии на них микроклимата зданий различного назначения и атмосферных факторов / ЦНИИСК им, -В.А.Кучеренко. - М.: Стройиздат, 1981.
3. Руководство по изготовлению и контролю качества –деревянных клееных конструкций / ЦНИИСК им. В.А,Кучеренко,- М.: Стройиздат. 1982,

10:, Калугин А,В., Фаизов И.Н. Проектирование и расчет ограждающих конструкций. Методические указания по выполнение курсового проекта, - Пермь: ППИ, 1990,

11. Зубарев Г.Н, Конструкции из дерева и пластмасс. Учебное пособие - М.: Высшая школа, 1990. 287 с.

12, Иванов В,А., Клименко В.З, Конструкции из дерева и пластмасс - Киев: Высшая школа 1983.

13. Кормаков Л.И. Валентиновичуо А.Ю. Проектирование клееных из деревянных конструкций - Киев: Будивельник, 1983.