Министерство образования и науки Украины

Одесская Государственная Академия строительства и архитектуры

Кафедра металлических, деревянных и пластмассовых конструкций

Пояснительная записка

к курсовому проекту по теме:

**Проектирование металлических балочных клеток**

Выполнила:

т. гр. ПГС-313т

Федорюк Т.А.

Проверил:

Михайлов А.А.

Одесса-2010

**Содержание**

Задание

Исходные данные для проектирования

1. Компоновка балочной клетки
2. Расчет балок настила
3. Расчет и конструирование главных балок

3.1 Подбор сечения балки

3.2 Выбор сопряжения главных балок с балками настила

3.3 Проверка общей устойчивости балки.

3.4 Проверка местной устойчивости элементов главной балки

3.5 Расчет поясных швов

3.6 Расчет опорных частей балки

3.7 Расчет и конструирование сопряжений балок настила с главными балками

Список литературы

**Исходные данные для проектирования:**

1. Пролет главных балок L=12,0 м
2. Шаг главных балок l=3,5 м
3. Отметка уровня пола площадки Н=3,5 м
4. Временная длительная нормативная нагрузка gn=12 кН/м2
5. Материал металлических конструкций: сталь С255
6. Тип настила – железобетонная плита.
7. **Компоновка балочной клетки**

Балочные клетки перекрытий представляют собой плоские системы стержневых элементов опирающихся на вертикальные конструкции зданий и воспринимающих поперечную распределенную нагрузку. Металлические балочные клетки нормального типа включают балки настила (второстепенные балки) по верхнему поясу которых монтируется железобетонный настил перекрытия. Балки настила в балочных клетках данного типа опираются непосредственно на главные балки, которые в свою очередь переедают нагрузку на стены или колонны здания.

На основании исходных данных задания разрабатывается расчетная схема балочной клетки, включающая ее основные размеры: пролета и шага главных балок, шага балок настила, привязку балок настила к осям.

Компоновку балочной клетки нормального типа следует начинать с разбивкисетки осей. Главные балки необходимо располагать в направлении бальшего ее шага, а балки настила – в перпендикулярном направлении.

Шаг а балок настила принимается постоянным:

а=1,5…3,0м при железобетонном настиле.

Принимаем:



Для упрощения и унификации узлов сопряжения балок настила с главными балками, следует стремиться к смещению осей балок настила на половину шага от осей опор главных балок, что приводит к необходимости размещения в торцах балочной клетки дополнительных балок.

**2. Расчет балок настила**

Определение величин нагрузок действующих на балку:

, кН/м - нормативная нагрузка



, кН/м - расчетная нагрузка



где:

- нормативная постоянная нагрузка от собственного веса настила;



кН/м3 - плотность материала настила (тяжелый железобетон);



и - коэффициенты надежности по нагрузке.



кН/м2



кН/м



кН/м



Определение максимальных усилий в балке, от действующей на нее расчетной нагрузки:

кНм



кН



Определение требуемого момента сопротивления балки:

см3



где:

кН/см2 - расчетное сопротивление стали изгибу;



- коэффициент учитывающий развитие пластических деформаций;



, кНм - максимальный изгибающий момент.



По сортаменту принимаем номер двутавра так, чтобы при этом удовлетворялось условие .



Принимаем двутавр №24:

см3; см4; см3; см.



Проверяем прочность назначенного сечение балки по первой группе предельных состояний:

- нормальные напряжения: , кН/см2



кН/см2= 24 кН/см2;



Прочность подобранного сечения обеспечена.

Вычислим недонапряжение балки:



Сечение подобрано удовлетворительно.

Жесткость назначенного сечения проверяется по второй группе предельных состояний:



смсм



где:

- предельно допустимое значение относительного прогиба;



- нормативная погонная нагрузка на балку, кН/см;



кН/см2 - модуль упругости стали.



Жесткость подобранного сечения обеспечена.

Общую устойчивость балок допускается не проверять при передаче нагрузки через сплошной жесткий настил, непрерывно опирающийся на сжатый пояс конструкции и надежно с ним связанный, что имеет место в рассматриваемом случае.

Местная устойчивость элементов прокатных профилей не проверяется, так как она обеспечена при проектировании их сортамента.

**3. Расчет и конструирование главных балок.**

**3.1 Подбор сечения балки.**

Определение величины сил, которыми загружается главная балка:

кН



Определение величины опорных реакций и внутренних усилий в главной балке:

кН



- коэффициент, учитывающий собственный вес главной балки, принимаем .



кНм;



кНм;



кНм;



кН;



кН;



кН;



Определяем требуемый момент сопротивления сечения главной балки из расчета в упругой стадии работы материала:

см3



Где:

- максимальный изгибающий момент по длине главной балки;



кН/см2 - расчетное сопротивление стали главной балки.



Высота сечения главной балки из условия минимального расхода материала:

см.



Поскольку для курсовой работы сталь с большим модулем не предусмотрена, увязываясь с сортаментом листовой стали окончательно принимаем см. В соответствии с рекомендуемой гибкостью стенки , ее толщина определяется как



см.



Окончательно принимаем см.



Проверим прочность стенки при ее работе на срез под действием максимальной поперечной силы:



смсм.



Прочность обеспечена.

Где:

кН - максимальная поперечная сила в сечениях главной балки;



см – высота балки;



кН/см2 – расчетное сопротивление стали срезу.



Площадь поперечного сечения отдельного пояса балки

см2.



Задаваясь шириной пояса:

см



находим его толщину:

см.



Увязываясь с сортаментом листовой стали, окончательно принимаем

см, см.



смсм



Проверяем скомпонованное сечение в соответствии с требованиями:

1. мммм;



2. мммм;



3. мммм.



Конструктивные требования выполнены.

4. .



Условие свариваемости выполнены.

5. мм.



Условие равномерного распределения напряжений по ширине пояса выполнено.

6.



Условие обеспечения местной устойчивости пояса выполнено.

Определяем геометрические характеристики скомпонованного сечения:

- момент инерции

см4



- момент сопротивления

см3



- статический момент полки балки относительно нейтральной оси X – X

см3



- статический момент половины сечения относительно нейтральной оси X – X

см3.



Проверим прочность балки на срез при действий максимальных касательных напряжений



кН/см2



Таким образом, недонапряжения не превышают допустимого уровня.

Проверим прочность балки на срез при действии максимальных касательных напряжений



кН/см2кН/см2



Прочность обеспечена.

При принятой расчетной схеме конструкций главной балки относительный прогиб определяется по формуле:



**Где**  предельно-допустимое значение относительно прогиба главной балки,



**3.2 Выбор сопряжения главных балок с балками настила.**

Принимаем сопряжение главных балок с балками настила в одном уровне.

* 1. **Проверка общей устойчивости балки**

Проверка общей устойчивости балки не выполняется.

* 1. **Проверка местной устойчивости элементов главной балки**

*Местная устойчивость сжатого пояса* обеспечена при компоновке сечения балки . .



*Местная устойчивость стенки*

Местная устойчивость стенки составной балки может обеспечиваться ее толщиной, однако подобное решение приводит к значительному перерасходу стали при сечениях большой высоты. Более рациональным считается усиление стенки составной балки ребрами жесткости, устанавливаемыми в местах расположения балок настила.

Часть стенки, ограниченная поясами и ребрами жесткости, называется «отсеком». Длина отсека ограничивается в зависимости от величины гибкости балки.



при



см при



Ребра жесткости, усиливающие стенку балки, могут быть одно- и двухсторонними. Т.к. мы приняли сопряжение главных балок с балками настила в одном уровне, мы выбираем двусторонние ребра жесткости.

Определим ширину ребер из условия



см.



Округляясь до 0,5см, принимаем см.



Толщина ребер жесткости зависти от их ширины и определяется из условия



см



Окончательно, увязываясь с сортаментом листовой стали, принимаем см, см.



Определим средние значения изгибающих моментов и поперечных сил в пределах каждого отсека

кН;



кН;



кН;



кНм;



Нормальные расчетные сжимающие напряжения на уровне поясных швов при симметричном сечении балки и средние касательные напряжения определяются по формулам

; .



кН/см2;



кН/см2;



кН/см2;



кН/см2;



кН/см2;



кН/см2;



Критические напряжения, по достижении которых стенка теряет устойчивость

;



кН/см2.



.



Где

-коэффициент, принимаемый для сварных балок в зависимости от коэффициента



Т.к. мы приняли сопряжение в одном уровне, т.е. плиты опираются на балку непрерывно принимаем ;



- отношение большей стороны рассматриваемого отсека к меньшей;



; .



- условная гибкость стенки на меньшей стороне рассматриваемого отсека;



- меньшая из сторон рассматриваемого отсека.



; .



кН/см2; кН/см2.



Проверка местной устойчивости каждого отсека стенки выполняется по формуле



Где - коэффициент условий работы равный 1.



допускается использование односторонних поясных швов.

**1й отсек:**

.



Местная устойчивость обеспечена, допускается использование односторонних поясных швов.

**2й отсек:**



Местная устойчивость обеспечена, допускается использование односторонних поясных швов.

**3й отсек:**



Местная устойчивость обеспечена, допускается использование односторонних поясных швов

**3.5 Расчет поясных швов**

Поясные угловые швы выполняются автоматической сваркой. Расчет этих швов производится на сдвигающее усилие, действующие на единицу их длины

кН/см.



Поясной шов рассчитывается на условный срез по двум сечениям

- по металлу шва (сечение 1)

.



кН/см2 кН/см2.



Прочность на срез по металлу шва обеспечена.

- по металлу границы сплавления (сечение 2)



кН/см2 кН/см2.



Прочность на срез по металлу границы плавления обеспечена.

Где:

- количество швов, для односторонних соответственно ;



- катет шва. Принимаем см;



- коэффициенты глубины провара шва. Соответственно при автоматической сварке проволокой с мм c положением шва “нижнее" , ;



- расчетное сопротивление срезу по металлу шва. Принимаем проволоку марки **Св-08** с кН/см2;



- расчетное сопротивление срезу по металлу границы плавления



кН/см2.



- нормативное значение временного сопротивления. кН/см2.



**3.6 Расчет опорных частей балки**

***Узел опирания на колонну крайнего ряда***

На опоре балки действует реакция , восприятие которой предусматривается через опорные ребра.



При размещении опорных ребер в узле, расположенном над колонной крайнего ряда, используем решение, предусматривающее их постановку непосредственно по оси колонны. Нижние торцы ребер в этом случае фрезеруются для плотной пригонки к поясу балки, а для пропуска поясных швов в ребрах срезают углы, что уменьшает их ширину по торцу 40мм.

Задаемся шириной опорных ребер, исходя из условия

см



Где:

см - ширина пояса главной балки;



см – толщина стенки главной балки.



Принимаем см. Толщину опорных ребер назначаем из условия смятия торцов, принимая во внимание срезы углов



см



Из условия местной устойчивости проверяем найденную толщину опорного ребра

см > см



Окончательно, увязываясь с сортаментом листовой стали, принимаем см.



Устойчивость опорной части балки из плоскости стенки проверяют, рассматривая ее как условный шарнирно-опертый стержень, равный по высоте стенке балки. Площадь поперечного сечения такого стержня включает, кроме опорных ребер, еще и части балки, участвующие в восприятии опорной реакции:

см2



Определим момент инерции, радиус инерции сечения и гибкость этого стержня:

см4



см



;



Выполним проверку

кН/см2 кН/см2



Устойчивость обеспечена.

***Узел опирания на колонну среднего ряда***

На колонне среднего ряда устанавливаются две главные балки, что приводит к необходимости более компактного решения их узлов опирания. В этом случае единое опорное ребро приваривается к торцу балки. Ширина такого ребра назначается из условия

см



Принимаем см.



Толщина опорного ребра из условия смятия

см



проверяем из условия местной устойчивости

0,6 см < см



Окончательно, увязываясь с сортаментом листовой стали, принимаем см.



Устойчивость из плоскости стенки проверяется с учетом участия в работе части принадлежащей стенки балки. В этом случае площадь, момент инерции, радиус инерции поперечного сечения и гибкость условного стержня будут равны

см2



см4



см



Выполним проверку

кН/см2 кН/см2



Устойчивость обеспечена.

**3.7 Расчет и конструирование сопряжений балок настила с главными балками**

В случае сопряжения балок в одном уровне, стенка балки настила крепится к ребру жесткости главной балки на болтах, для чего в ее полке и части стенки делаются вырезы.

Максимально допустимый диаметр отверстия в балке настила см.



Определяем наружный диаметр болтов соединения, его величина для болтов класса точности В принимается на 3мм меньше диаметра отверстия, т.е.

см.



Окончательно, увязываясь с существующими диаметрами болтов, принимаем d=18мм.

В соответствии с принятым диаметром болтов уточняется диаметр их отверстий

см.



Расчетное усилие, воспринимаемое одним болтом, определяется для случаев:

- среза болта соединяемыми элементами

кН



- смятия наиболее тонкого из соединяемых элементов

кН



Где:

кН/см2 - расчетное сопротивление болтов срезу;



кН/см2 – расчетное сопротивление смятию соединяемых элементов;



- коэффициент условий работы соединения, для многоболтовых соединений при болтах класса точности В, равен 0,9;



- наружный диаметр болта, см;



- расчетная площадь сечения болта



см2.



- число расчетных срезов одного болта, в данном случае - 1;



- наименьшая суммарная толщина элементов, сминаемых в одном направлении; в данном случае равняется толщине ребра жесткости см.



кН. Определяем требуемое количество болтов:



.



.



**Список литературы**

1. Беленя Е.И. Металлические конструкции. – М.: Стройиздат, 1986.
2. Мандриков А.П. Примеры расчета металлических конструкций. – М: Стройиздат, 1991.
3. СНиП II-23-81\*. Нормы проектирования. Стальные конструкции. – М.: Госстрой СССР, 1990.
4. СНиП 2.03.01-84. Нормы проектирования. Бетонные и железобетонные конструкции. – М.: Госстрой СССР, 1984.