# СОДЕРЖАНИЕ

1. Компоновка конструктивной схемы монолитного перекрытия.
2. Данные для проектирования.
3. Расчёт и конструирование монолитного ребристого перекрытия.
4. Расчёт и конструирование плиты монолитного перекрытия.
   1. Расчётные пролеты и нагрузки.
   2. Определение усилий в плите от внешней нагрузки.
   3. Расчёт прочности плиты по нормальным сечениям.
   4. Конструирование плиты.
5. Расчёт и конструирование второстепенной балки.
   1. Расчётные пролеты и нагрузки.
   2. Определение усилий от внешней нагрузки во второстепенной балке.
   3. Расчёт прочности второстепенной балки по нормальным сечениям.
   4. Расчёт прочности второстепенной балки по сечениям наклонным к

продольной оси.

* 1. Конструирование второстепенной балки.

## Компоновка конструктивной схемы монолитного перекрытия

Монолитное ребристое перекрытие проектируется для здания, в котором наружные несущие стены и внутренние столбы выполняются из кирпича, а число этажей принимается по заданию.

В монолитном ребристом перекрытии принимаем поперечное расположение главных балок по внутренним разбивочным осям. Второстепенные балки размещаются в продольном направлении здания по осям столбов и в третях пролетов главных балок с шагом  так, чтобы соотношения пролётов плиты перекрытия было. Плита в этом случае рассчитывается как балочная в направлении короткого пролета.

Привязку продольных и торцевых кирпичных стен принимаем , глубину опирания не стены плиты 0.12 м, второстепенной балки 0.25 м, главной балки 0.38 м.

Задаёмся предварительно размерами сечений (размеры поперечных сечений балок принимаются кратным 5 см):

плиты: 

второстепенной балки:  

главной балки:  

## Данные для проектирования

Длина в осях - 36 м; ширина в осях - 36 м; временная длительно действующая нагрузка - 4.9 кН/м2; временная кратковременная нагрузка - 2.7 кН/м2; постоянная от веса пола - 0.4 кН/м2.

Материал для перекрытия:

Бетон - тяжелый класса В15. Согласно табл. 13[1];

Rb = 8.5 МПа, Rbt = 0.75 МПа, коэффициент условий работы бетона γb2 = 0.9 (табл. 15[1]).

Арматура:

* для армирования плит – проволока класса А-Ш диаметром 6 мм (согл. табл. 23[1], Rs = 355 МПа);
* для армирования второстепенных балок – продольная рабочая арматура класса А-III (согл. табл. 22[1], Rs = 365МПа); поперечная класса Вр-I (согл. табл. 22[1], Rs = 360МПа; Rsw=260 МПа).

По степени ответственности здание относится к классу II[4] (коэффициент надёжности по назначению γn = 0.95).

## Расчёт и конструирование монолитного ребристого перекрытия

Расчёт перекрытия состоит из последовательных расчетов его элементов: плиты, второстепенных и главных балок. При расчете элементов перекрытия можно ограничится расчётом по несущей способности, так как при назначенных предварительных размерах поперечных сечений жесткость элементов, как правило, достаточна. В данном курсовом проекте, согласно заданию на проектирование, расчёт и конструирование главной балки не выполняются.

## Расчёт и конструирование плиты монолитного перекрытия

## Расчётные пролеты и нагрузки

Для крайних пролётов расчётным является расстояние от грани крайней балки до оси опоры плиты на стене:

в коротком направлении:

 где

 – пролёт плиты между осями рёбер

;

в длинном направлении:



Для средних пролётов плиты расчетным является расстояние в свету между балками:

в коротком направлении (между второстепенными балками):



в длинном направлении (между главными балками):



Так как  и ,

плиту рассчитываем как балочную в направлении коротких пролётов.

Расчёт балочной плиты, загруженной равномерно распределенной нагрузкой производится как многопролетной неразрезной балки с условной шириной 100см, крайними опорами для которой являются продольные кирпичные стены, а средними второстепенные балки.

## Определение усилий в плите от внешней нагрузки

Сбор нагрузок на плиту.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Вид нагрузки | Нормативная нагрузка, кН/м2 | γf | Расчётная нагрузка, кН/м2 |
| **ПОСТОЯННАЯ** |  |  |  |
| собственный вес монолитной плиты | 3 | 1.1 | 3.3 |
| вес от вышележащей конструкции пола | 0.4 | 1.1 | 0.44 |
| **ИТОГО** | 3.4 |  | 3.74 |
| **ВРЕМЕННАЯ** |  |  |  |
| длительно действующая | 4.9 | 1.2 | 5.88 |
| кратковременная | 2.7 | 1.2 | 3.24 |
| **ИТОГО** | 7.6 |  | 9.12 |
| **ПОЛНАЯ\*γn** | 10.45 |  | 12.217 |

Внутренние усилия в плите вычисляются с помощью ПК ”ЛИРА”

Расчётная схема.



Эпюра изгибающих моментов.



Таблица внутренних усилий.



## Расчёт прочности плиты по нормальным сечениям

Определяем граничное значение относительной высоты сжатой зоны бетона в сечениях плиты.

По формуле 26 [1] вычисляем характеристику сжатой зоны при

 - для тяжелого бетона;



Граничная высота сжатой зоны определяется по формуле 25 [1]:

.

Здесь , при <1;

 - для проволоки диаметром 6 мм класса АIII.

Определяем требуемую площадь сечения рабочей продольной арматуры по формулам 3.15 и 3.16 [2].

В крайних пролётах при : 



По табл. 3.1 [2] находим  < 



В средних пролётах при : 



По табл. 3.1 [2] находим  <



На крайних опорах при : 



По табл. 3.1[2] находим  <



На средних опорах при 



По табл. 3.1[2] находим  <



## Конструирование плиты

Для армирования плиты принимаем раздельный способ армирования. Так как сетки укладываются вдоль второстепенных балок, то рабочей будет являться поперечная арматура, следовательно сетки подбираем по знаменателю.

В крайних пролётах принимаем сетки:



С площадью арматуры > шириной 1780 мм.

На крайних опорах принимаем сетки:



С площадью арматуры > шириной 1090 мм.

В средних пролётах принимаем сетки:



С площадью арматуры > шириной 1820 мм.

На средних опорах принимаем сетки:



С площадью арматуры > шириной 1090 мм.

## Расчёт и конструирование второстепенной балки

## Расчётные пролеты и нагрузки

Расчетные пролеты:

для крайних пролетов балки:



для средних пролетов балки:



Нагрузки на второстепенную балку собираем с грузовой полосы, ширина которой равна шагу второстепенных балок: .

Сбор нагрузок на второстепенную балку.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Вид нагрузки | Нормативная нагрузка, кН/м2 | γf | Расчётная нагрузка, кН/м2 |
| **ПОСТОЯННАЯ** |  |  |  |
| вес монолитной плиты | 6 | 1.1 | 6.6 |
| вес от вышележащей конструкции пола | 0.8 | 1.1 | 0.88 |
| собств. вес балки | 1.7 | 1.1 | 1.87 |
| **ИТОГО** | 8.5 |  | 9.35 |
| **ВРЕМЕННАЯ** |  |  |  |
| длительно действующая | 9.8 | 1.2 | 11.76 |
| кратковременная | 5.4 | 1.2 | 6.48 |
| **ИТОГО** | 15.2 |  | 18.24 |
| **ПОЛНАЯ\*γn** | 22.515 |  | 26.2105 |

Второстепенную балку рассчитываем как многопролетную неразрезную балку таврового сечения.

## Определение усилий от внешней нагрузки во второстепенной балке

#### Внутренние усилия определяем с помощью ПК “ЛИРА”

Загружения производим по нескольким сочетаниям.

Расчётная схема. Временная во всех пролётах.



Эпюра изгибающих моментов.



Эпюра поперечных сил.



Таблица внутренних усилий.



Расчётная схема. Временная в 1,3,5 пролётах.



Эпюра изгибающих моментов.



Эпюра поперечных сил.



Таблица внутренних усилий.



Расчётная схема. Временная в 1,2,4 пролётах.



Эпюра изгибающих моментов.



Эпюра поперечных сил.



Таблица внутренних усилий.



Расчётная схема. Временная в 4,5 пролётах.



Эпюра изгибающих моментов.



Эпюра поперечных сил.



Таблица внутренних усилий.



Расчётная схема. Временная во 2,3,5 пролётах.



Эпюра изгибающих моментов.



Эпюра поперечных сил.



Таблица внутренних усилий.



Расчётная схема. Временная во 2,5 пролётах.



Эпюра изгибающих моментов.



Эпюра поперечных сил.



Таблица внутренних усилий.



Расчётная схема. Временная в 1,4 пролётах.



Эпюра изгибающих моментов.



Эпюра поперечных сил.



Таблица внутренних усилий.



## Расчет прочности второстепенной балки по нормальным сечениям

Задаемся предварительно размерами поперечного сечения балки: , .

Уточняем высоту сечения второстепенной балки по опорному изгибающему моменту  при  для обеспечения целесообразного распределения внутренних усилий за счет пластических деформаций бетона и арматуры.

По табл.3.1.[2] при  находим .

Рабочую высоту сечения балки определяем по указанной ниже формуле как для элементов прямоугольного сечения с шириной , так как для опорной части балки полка таврового сечения будет находится в растянутой зоне:





Окончательно принимаем .

Для участков балки, где действуют положительные изгибающие моменты, за расчётное принимают тавровое сечение с полкой в сжатой зоне. Вводимую в расчёт ширину сжатой полки принимают согласно п.3.16[1] из условия, что ширина свеса в каждую сторону от ребра должна быть не более 0,5 пролета:



Принимаем:

 

Для участков балки, где действуют изгибающие моменты за расчетное принимаем прямоугольное сечение шириной .

Граничное значение относительной высоты сжатой зоны ξR при  (раздел 5.4) и  (для арматуры класса А-III):



Определяем требуемую площадь сечения продольной арматуры:

1.Сечение в крайнем пролете при  и положительном изгибающем моменте .

положение границы сжатой зоны бетона определим из условия:





Следовательно, граница сжатой зоны проходит в полке , и расчёт сечения балки ведем как прямоугольного с шириной 



По табл. 3.1[2] 



Принимаем 2∅18 A-III с 

2.Сечение в среднем пролёте при  и положительном изгибающем моменте 



По табл. 3.1(2) 



Принимаем 2∅16 A-Ш с 

3.Сечение на первой промежуточной опоре при  и отрицательном изгибающем моменте 



По табл. 3.1(2) 



Принимаем 4∅16 A-Ш с 

4.Сечение на средних опорах при  см и отрицательном изгибающем моменте 



По табл. 3.1(2) 



Принимаем 5∅12 A-Ш с 

## 5.4. Расчёт прочности второстепенной балки по сечениям, наклонным к продольной оси

Расчёт прочности сечений, наклонных к продольной оси элемента, выполняется согласно п.3.29 – 3.35[1].

Перед началом проверки прочности наклонных сечений необходимо проверить условия необходимости постановки поперечных стержней по расчёту:







 

- зависит от вида бетона

- зависит от продольной силы

- учитывает влияние свесов полки таврового сечения











Необходима постоновка поперечных стержней по расчёту.

При расчёте прочности наклонных сечений должно выполняться следующее условие:



 - поперечная сила от внешней нагрузки и реакции опоры.

 - поперечная сила воспринимаемая бетоном сжатой зоны.

 - сумма осевых усилий в поперечной арматуре.

Задаёмся шагом поперечных стержней  и диаметром .

Определяем минимальную поперечную силу, воспринимаемую бетоном сжатой зоны.



 - зависит от вида бетона.

Определяем погонное усилие в поперечных стержнях.



Условие:

- удовлетворяется.

Проверяем шаг поперечных стержней.





 - условие выполняется.

Определяем момент от поперечных сил в вершине сжатой зоны.



Уточняем значение с.



 - принимаем с=1.58 м



 - принимаем 

Уточняем значение с0.



  - принимаем 

Определяем поперечную силу, воспринимаемую осевыми усилиями в поперечных стержнях.



Условие  - выполняется, следовательно поперечная арматура подобрана верно.

Проверяем условие обеспечения прочности по наклонной полосе между наклонными трещинами при действии поперечной силы, формула 72 [1].







Условиеудовлетворяется.

**5.5. Конструирование второстепенной балки**

В пролетах второстепенная балка армируется пространственными каркасами состоящими из двух каркасов.

Рабочая продольная арматура: в первом пролете 2∅18 А-III; в среднем 2∅16 А-III.

Верхняя продольная арматура в первом пролете принимается конструктивно 2∅10 А-III.

Поперечная арматура во всех пролетах принимается ∅5 Вр-1,на приопорных участках длиной 1,5 м с шагом S=15 см, на остальной части пролетов с шагом S=30cм.

На первой промежуточной опоре балка армируется двумя раздвинутыми гнутыми сетками имеющими по два стержня ∅16 А-III каждая.

### На средних опорах балка армируется двумя гнутыми сетками: 2∅12 А-III и 3∅12 А-III.

**Литература:**

1. CНиП 2.03.01-84.Бетонные и железобетонные конструкции./ Госстрой СССР-М.:ЦИТП Госстроя СССР,1985.-79c.
2. СНиП 2.01.07-85. Нагрузки и воздействия./Госстрой СССР.-М.:ЦИТП Госстроя СССР,1989.-36c.
3. Байков В.Н., Сигалов Э.Е. Железобетонные конструкции: Общий курс: Учеб. Для ВУЗов.-5-е издание перераб., доп.-М.:Стройиздат,1991 .-767с.
4. Заикин А.И. Железобетонные конструкции. Примеры расчёта. – М.:Издательство АСВ, 2002. – 272с.