## Содержание

[Введение 3](#_Toc246144213)

[1. Расчет плиты перекрытия по предельным состояниям I группы. 4](#_Toc246144214)

[1.1.Определение нормативных и расчётных усилий, действующих на плиту перекрытия. 4](#_Toc246144215)

[1.2. Определение параметров расчётного сечения плиты перекрытий. 6](#_Toc246144216)

[1.3. Определение прочностных и деформационных характеристик бетона и арматуры. 7](#_Toc246144217)

[1.4. Расчёт многопустотной плиты на прочность по наклонным сечениям. 8](#_Toc246144218)

[2.Расчёт многопустотной плиты по предельным состояниям II группы. 10](#_Toc246144219)

[2.1. Расчёт многопустотной плиты по деформациям. 10](#_Toc246144220)

[2.2. Расчёт многопустотной плиты по раскрытию трещин. 11](#_Toc246144221)

[2.3.Расчёт по раскрытию трещин, наклонных к продольной оси элемента 14](#_Toc246144223)

[3. Расчет плиты на монтажные нагрузки 15](#_Toc246144224)

[Заключение 17](#_Toc246144225)

[Библиографический список 19](#_Toc246144226)

## Введение

Капитальное строительство в России и других странах мира продолжает развиваться бурными темпами. Одновременно развиваются базы строительной индустрии, создаются новые прогрессивные строительные конструкции из различных материалов, совершенствуется теория их расчета с широким применением компьютерных программных средств.

Особое положение в объеме строительных материалов и конструкций занимают железобетонные изделия различного назначения. Железобетон является основным строительным материалом современного человечества, применяемым в самых различных сферах строительства, начиная от освоения подземного и океанического пространства и заканчивая сооружением высотных объектов.

В этой связи современный специалист в области промышленного и гражданского строительства обязан обладать навыками проектирования железобетонных конструкций.

##### **Проектирование указанных конструкций представляет собой ком­плекс расчетов и графических работ, включающих стадии изготовле­ния, транспортирования и эксплуатации конструкций. Экономичность и эксплуатационная надежность отдельных конструкций и здания в целом во многом обусловлены принятыми проектными решениями.**

##### **Вопросы проектирования железобетонных конструкций регламентированы СНиП 2.03.01-84\* и развиты в руководствах по проектированию железобетонных конструкций, а также учебниках и монографиях.**

##### Цель курсового проекта ­– получить навыки проектирования железобетонных многопустотных плит перекрытия. К курсовому проекту прилагается пояснительная записка и графическая часть.

# 1. Расчет плиты перекрытия по предельным состояниям I группы.

## 1.1.Определение нормативных и расчётных усилий, действующих на плиту перекрытия.

Определяем нормативные и расчётные нагрузки, действующие на плиту, и сводим их в таблицу 1.1:

Таблица 1.1.

Сбор нагрузок

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| *Вид нагрузки* | *Нормативная, Н∕м2* | *Коэффициент к нагрузке* | *Расчётная, Н∕м2* |
| **1.Постоянная**  **1.1.**Паркетный пол  ρ∙h=8000∙0,02  **1.2.**Цементно-песчаная стяжка 22000∙0,03  **1.3.**Подстилающий слой  18000∙0,05  **1.4.** Ж/б панель  22000∙0,11 | 160  660  900  2420 | 1,1  1,1  1,1  1,1 | 176  726  990  2662 |
| *Итого:* | 4140 |  | 4554 |
| **2.Временная**  **2.1.**Кратковременная  **2.2.**Длительная | 2340  1560 | 1,2  1,3 | 2808  2028 |
| *Итого:* | 3900 |  | 4836 |
| **Полная нагрузка** | 8040 |  | 9390 |

Определяем нагрузку на 1 погонный метр плиты:

1) Временная нормативная pн=3900∙1=3900 Н/м;

2) Временная расчётная p=4836∙1=4836 Н/м;

3) Постоянная нормативная gн=4140∙1=4140 Н/м;

4) Постоянная расчётная g=4554∙1=4554 Н/м;

5) Итого нормативная pн+gн=3900+4140=8040 Н/м;

6) Итого расчётная p+g=4836+4554=9390 Н/м;

7) Постоянная нормативная + временная длительная нормативная gн+рндл=(4140+1560)∙1=5700 Н/м.

На основании этих нагрузок определяем величины изгибающих моментов и поперечных сил. Момент в сечении определяется по формуле:

,

где g – рассматриваемая нагрузка,

*l0 –* расчётный пролёт плиты. При опирании одной стороной на стену, а другой на ригель *l0=l -  - =2,4 - -=2,25 м*

Изгибающий момент от полной нормативной нагрузки равен:

Мн ==5088 Н∙м

То же от полной расчётной нагрузки: М==5942 Н∙м

То же от постоянной нагрузки: Мп==2620 Н∙м

То же от временной нагрузки: Мвр==2468 Н∙м

То же от постоянной и длительной нагрузок: Мld= Н∙м

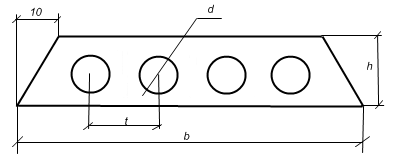
Поперечная сила определяется по формуле: Q=

Поперечная сила от полной нормативной нагрузки: Qн==9045 Н

То же от полной расчётной нагрузки: Q==10564 Н

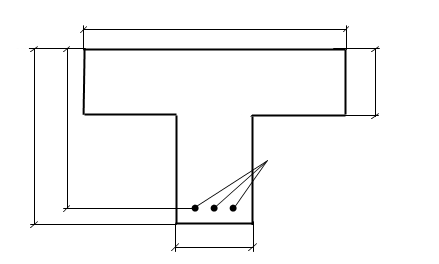
## 1.2. Определение параметров расчётного сечения плиты перекрытий.

При расчёте многопустотных плит преобразовываем фактическое сечение плиты в расчётное тавровое:

















**Рис. 1. Приведение к эквивалентному сечению многопустотной панели**

*t* – расстояние между центральными осями пустот; для плит типа 1ПК, 2ПК, 3ПК t=185 мм (ГОСТ «Многопустотные плиты»)

Ширина полки сечения  равна: 

где *a1* - величина конструктивного уменьшения номинальной ширины плиты, принимаемая в соответствии с ГОСТ при ширине менее 2400мм *а1*=10 мм.

Круглые пустоты заменяем квадратными с эквивалентным размером стороны a=0,9d

Высота полки  равна: ,

Ширина ребра *b* определяется по формуле: , *n* – число пустот в плите.

Определяем количество пустот в плите: , .

Поэтому принимаем *n*пуст=4:  - условие выполняется.

Тогда ширина ребра: 

## 1.3. Определение прочностных и деформационных характеристик бетона и арматуры.

Для изготовления панели принимаем: бетон марки В 20, =11,5 МПа, =0,9 МПа,

Коэффициент условий работы бетона: γb2 =0,9, табл. 15 – 16 СНиП «Железобетонные конструкции»

Продольная арматура класса А-II,

Расчётное сопротивление стали растяжению Rs =280 МПа, по табл. 22 СНиП «Железобетонные конструкции»

Поперечная арматура – из стали класса А-I, Rs =225 МПа, Rsw =175 МПа.

Армирование – сварными сетками и каркасами, сварные сетки в верхней и нижней полках панели из проволоки класса В- I, Rs =360 МПа.

1. Проверяем условие по размеру ширины полки таврового сечения: , поэтому в расчёт включается вся ширина полки.

2. Определяем рабочую высоту сечения: 

Для определения параметров сечения используем 2 уравнения моментов:

,



Определяем из 1-го уравнения: 

По значению  принимаем величины остальных коэффициентов (из таблицы в приложении к СНиП «Железобетонные конструкции»):



Определяем высоту сжатой зоны: н.о. проходит по полке.

Определяем площадь рабочей арматуры из 2-го уравнения моментов:



Принимаем 3Ø10 А-II, As=2,36 см2

Дополнительно принимаем легкую сетку  





## 1.4. Расчёт многопустотной плиты на прочность по наклонным сечениям.

Расчёт железобетонных элементов по наклонным сечениям осуществляется с целью недопущения разрушения элемента:

1. на действие поперечной силы по наклонной полосе между наклонными трещинами;
2. на действие поперечной силы по наклонной трещине.



Чтобы не произошло разрушение, должно соблюдаться условие:

,

*Q* – расчётная поперечная сила в сечении;

*Qb* – поперечное внутреннее усилие, воспринимаемое бетоном;

*Qsw* – поперечное внутреннее усилие, воспринимаемое поперечной арматурой;

*Qs.ins*– поперечное внутреннее усилие, воспринимаемое отгибами.

Поперечная сила сопротивления бетона определяется по формуле:

,

- для тяжёлого бетона;

 - коэффициент, учитывающий влияние сжатых полок на несущую способность тавровых и двутавровых элементов:  при этом,  принимается не более  с учётом фактического числа ребер:

,

 - коэффициент, учитывающий влияние продольных сил, действующих в элементе. Для конструкции с обычной арматурой ;

*Rbt*  - прочность бетона на растяжение при изгибе для предельных состояний I группы;

*с* – проекция наиболее опасного наклонного сечения на продольную ось элемента.

Величина *с* определяется в зависимости от проекции опасной наклонной трещины на продольную ось элемента, *с0*, которая принимается не более *2h0.*

Из формулы по определению поперечного усилия сопротивления бетона находим величину С: 

Находим *Bb*: 

В конкретном сечении величина *с* равна: *>h0*

В связи с этим, окончательно принимаем *с=38см,* тогда



Следовательно, поперечная арматура по расчёту не требуется. Назначаем поперечную арматуру из конструктивных соображений. Шаг арматуры принимаем равным: 

Назначаем поперечные стержни Ø6мм класса А-I через 10см у опор на участках длиной ¼ пролета. В средней ½ части плиты для связи продольных стержней каркаса по конструктивным соображениям ставим поперечные стержни через 0,5м.

# Расчёт многопустотной плиты по предельным состояниям II группы.

## 2.1. Расчёт многопустотной плиты по деформациям.

Прогибы железобетонных конструкций не должны превышать предельно допустимых значений, устанавливаемых с учётом следующих требований:

- технологических (условия нормальной работы кранов, технологических установок, машин и др.);

- конструктивных (влияние соседних элементов, ограничивающих деформации и др.);

- эстетических (впечатление людей о пригодности конструкции).

Согласно СНиП максимальная величина прогиба для рассчитываемой плиты перекрытия назначена в пределах величины .

Расчёт по деформациям сводится к проверке условия: ,

*f* – расчётный прогиб от фактической нагрузки;

** – максимально допустимый прогиб.

Прогиб плиты определяется от действия момента от постоянной и длительной нагрузок. *Mld=3246 H∙м*

Определим характеристики жёсткости плиты:





В соответствии со значениями полученных коэффициентов находим (по таблице при  и арматуре А-II)

Общее условие деформативности плиты имеет вид:

, 

13,32<16 – условие выполняется.

## 2.2. Расчёт многопустотной плиты по раскрытию трещин.

К трещиностойкости железобетонных конструкций предъявляются разные требования в зависимости от соответствующих категорий:

1. Не допускается образование трещин.
2. Допускается ограниченное по ширине непродолжительное раскрытие трещин с их последующим надёжным закрытием.
3. Допускается ограниченное по ширине непродолжительное и продолжительное раскрытие трещин.

Максимально допустимая ширина раскрытия трещин в условиях неагрессивной среды определяется из табл.2 СНиП «Железобетонные конструкции». Многопустотная плита перекрытия относится к 3 категории по трещиностойкости. Соответствующие ей значения из таблицы:

, 

- ширина непродолжительного раскрытия трещин при действии постоянной, длительной и кратковременной нагрузки;

 - ширина продолжительного раскрытия трещин при действии постоянной и длительной нагрузки.

В соответствии со СНиП «Железобетонные конструкции» для элементов, к трещиностойкости которых предъявляются требования 3-ей категории, ширина продолжительного раскрытия трещин определяется от действия постоянной и длительной нагрузок при коэффициенте  (для тяжелого бетона естественной влажности).

Ширина непродолжительного раскрытия трещин определяется как сумма ширины продолжительного раскрытия и приращения ширины раскрытия от действия кратковременных нагрузок при коэффициенте .

На основании этого проверяем 2 условия по трещиностойкости:

* ,

где  - расчётная ширина раскрытия трещин при продолжительном действии постоянной и длительной нагрузок.

* ,

где  - приращение от увеличения нагрузки от постоянной и длительной до полной;

 - ширина раскрытия трещин от постоянной и длительной нагрузок.

Ширина раскрытия трещин определяется по формуле:

,

 - для изгибаемых элементов;

 - для стержневой арматуры периодического профиля;

 - при кратковременных нагрузках;

 - при длительном действии нагрузок;

;  
.

сопротивление бетона растяжению для предельных состояний II группы.

, поэтому принимаем .





, 

сопротивление бетона растяжению для предельных состояний II группы.



Определяем \* от полной нормативной нагрузки:

.

То же от действия постоянной и длительной нагрузки:











Таким образом, ширина раскрытия трещин равна:

условие выполняется.

### Расчёт по кратковременному раскрытию трещин.

Определяем напряжение в арматуре от действия всех нормативных нагрузок:



Определяем приращение напряжения от кратковременного увеличения нагрузки от длительно действующей до полной величины:



Определяем соответствующее приращение ширины раскрытия трещин при :



Проверяем 2-ое условие: 

, условие выполняется.

## Расчёт по раскрытию трещин, наклонных к продольной оси элемента

Ширину раскрытия трещин, наклонных к продольной оси, определяем по формуле:

,

 - для кратковременных нагрузок;

 - для длительных нагрузок;

 - диаметр поперечной арматуры;



 принимаем как суммарную площадь по трем плоским каркасам: 

,

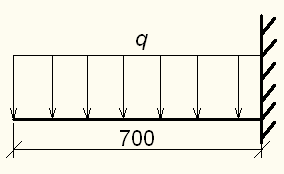
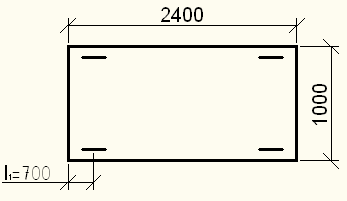
*Q* – поперечная сила от действия полной нормативной нагрузки;

,

, поэтому наклонные трещины в конструкции не образуются.

# 3. Расчет плиты на монтажные нагрузки

Плита имеет 4 монтажные петли из стали класса A-I, расположенные на расстоянии 70 см от концов плиты. С учетом этого для проверки прочности консольных свесов плиты получаем следующую расчетную схему:



q – расчетная нагрузка от собственного веса плиты, который определяется по формуле:

;

- коэффициент динамичности (по СНиП «Нагрузки и воздействия»);

 - коэффициент к нагрузке;

;

приведенная толщина плиты,

плотность бетона;

*b* – фактическая ширина плиты, определяется как номинальная ширина минус 10мм.

Определим изгибающий момент, действующий на консольную часть плиты: 

Данный момент принимается продольной арматурой каркасов. Необходимая площадь арматуры составит:

;

*zм –* плечо усилия сопротивления арматуры, принимаемое равным ;

*Rs=280МПа –* расчетное сопротивление арматуры.



Полученное значение сравниваем с площадью рабочей арматуры As: 0,19<2,36. Отсюда можно сделать вывод, что принятая рабочая арматура выдерживает монтажные нагрузки.

При подъеме плиты её вес может быть передан на две петли. Тогда усилие на 1 петлю составит: 

Тогда площадь сечения арматуры петли класса A-I составит:



По сортаменту конструктивно принимаем стержни Ø12мм 

## Заключение

В данной курсовой работе выполнялся расчет многопустотной плиты по двум предельным состояниям и на монтажные нагрузки.

Основными характеристиками нагрузок, установленными в настоящих нормах, являются их нормативные значения.

Нагрузка определенного вида характеризуется, как правило, одним нормативным значением. Для нагрузок от людей, оборудования на перекрытия жилых, общественных и сельскохозяйственных зданий, от мостовых и подвесных кранов, снеговых, температурных климатических воздействий устанавливаются два нормативных значения: полное и пониженное (вводится в расчет при необходимости учета влияния длительности нагрузок, проверке на выносливость и в других случаях, оговоренных в нормах проектирования конструкций и оснований).

В ходе работы определили расчетные и нормативные нагрузки, а также изгибающие моменты от этих нагрузок.

Фактическое сечение плиты преобразовали в расчетное тавровое и определили основные характеристики:

Были определены прочностные и деформационные характеристики бетона и арматуры. Рабочая высота сечения плиты .Высота сжатой зоны ,что говорит о том, что нейтральная ось проходит по полке плиты.

Принята арматура сетки 3Ø10 А-II, As=2,36 см2

Дополнительно принята легкая сетка  





С целью недопущения разрушения плиты выполняется расчет по наклонным сечениям. В ходе расчета была определена проекция наиболее опасного наклонного сечения на продольную ось элемента  и поперечное внутренние усилие .

Согласно СНиП max допустимая величина прогиба для данной плиты =3 см. Прогиб в середине пролета плиты от действия постоянной и длительной нагрузок равен =2,7 см.

Рассчитываемая плита относится к 3 категории по трещиностойкости (допускается ограниченное по ширине непродолжительное *acrc*1 и продолжительное *acrc*2 раскрытие трещин).

Ширина раскрытия трещин ,что удовлетворило условиям и

.

При кратковременном раскрытии трещин , что удовлетворило условию .

Был выполнен расчет на возникновение наклонных трещин, в результате которого было доказано, что наклонные трещины в конструкции не образуются.

Произведен расчет многопустотной плиты на монтажные нагрузки, в ходе которого были определены следующие параметры:

Расчетная нагрузка от собственного веса плиты 

Изгибающий момент, действующий на консольную часть плиты:

Площадь продольной арматуры каркасов ,которая меньше принятой арматуры сетки .

Усилие на одну петлю составляет 

Площадь сечения арматуры петли класса А-I принимаем ,стержни ø12мм.

Все коэффициенты, используемые в ходе расчета брались из ГОСТ 9561-91 «Многопустотные плиты», СНиП «Бетонные и железобетонные конструкции», СНиП «Нагрузки и воздействия», ГОСТ 23279 «Арматурные сетки».

## Библиографический список

1. СНиП 2.03.01-84. Бетонные и железобетонные конструкции. М., 1989.
2. СНиП 2.01.07-85. Нагрузки и воздействия. М., 1985.
3. Байков В.Н. Сигалов Э.Е. Железобетонные конструкции. Общий курс. 5-е изд., перераб. и доп. М.: Стройиздат, 1991.
4. Пособие по проектированию предварительно напряжённых железобетонных конструкций из тяжёлого и лёгкого бетона / ЦНИИпромзданий, НИИЖБ. М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1988.
5. Заикин А.И. Проектирование железобетонных конструкций многоэтажных промышленных зданий: Учеб пособие. М.: АСВ, 2003.-200 с.
6. Заикин А.И. Железобетонные конструкции одноэтажных промышленных зданий: Учеб. пособие. -М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2004.-272 с.
7. Мандриков А.П. Примеры расчёта железобетонных конструкций: Учеб пособие для строит. техникумов по спец. «Пром. и гражд. ст-во». –М.: Стройиздат, 1979. – 419 с., ил.
8. Железобетонные и каменные конструкции: Учеб. для строит. спец. вузов/ В.М. Бондаренко, Р.О. Бакиров, В.Г. Назаренко, В.И. Римшин; Под ред. В.М. Бондаренко. – 2 – е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 2002.- 876 с.: ил.
9. ГОСТ 9561—91 Плиты перекрытий железобетонные многопустотные для зданий и сооружений М., 1991.
10. ГОСТ 23279-85 Сетки арматурные сварные для железобетонных конструкций и изделий