Исходные данные:

Монолитный железобетонный консольный водосброс

глубина водного потока в лотке

ширина лотка между внутренними гранями стенок

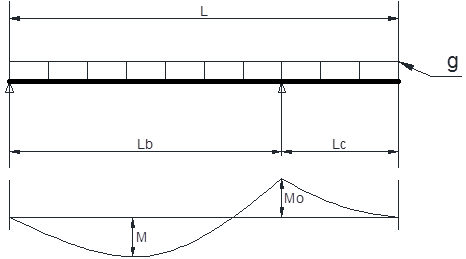
длина водосброса

отметка дна лотка ▼

отметка подошвы фундамента ▼

***Предварительное назначение размеров и эскиз сооружения.***

1. Выбор положения рамы по длине водосброса.



Из условия, что M ≈ Mo, то

Принимаем

1. Назначение размеров сечения консольных балок.
   1. Толщина стенок и днища лотка

В курсовом проекте принимаем одинаковую толщину стенок и днища лотка . В ГТС .

Принимаем

* 1. Назначение количества пролетов водосброса.

Существуют рекомендации, по которым в зависимости от нагрузки на лотка предварительно можно назначить длину пролета.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Нагрузка  , | 5 | 7,5 | 10 | 15 | 20 |
| Пролет  , м | 3,1 – 2,9 | 2,4 – 2,2 | 2,1 – 1,9 | 1,8 – 1,6 | 1,5 – 1,3 |

Сбор нагрузок на днища лотка.

- вес воды

, где - удельный вес воды

- вес выравнивающей цементно-песчаной стяжки

, где - удельный вес стяжки

- вес лотка жбк

, где где - удельный вес жбк и т.к. собственный вес лотка в расчете принимает «отрицательную роль», то принимаем наибольшее значение

Предварительно принимаем

Количество пролетов

Принимаем пролета

* 1. Размеры поперечного сечения консольных балок.

Размеры назначаются такими, чтобы обеспечить необходимую жесткость.

А)

По единой модульной системе (ЕМС) назначают при высоте кратно 50 мм.

Принимаем

Б)

По ЕМС и далее кратно 50

Принимаем

* 1. Увязка длин пролетов водосброса

Корректировка длин пролетов

Принимаем ,

Проверка

1. Рама водосброса
   1. Назначение размеров ригеля

А) Высота сечения ригеля

; ;

Принимаем

Б) Ширина сечения ригеля

Принимаем

* 1. Размеры поперечного сечения стоек.

Размеры назначаются из 3-х условий

А) Условие допустимой гибкости

, где - радиус инерции

для прямоугольного сечения , тогда

, рекомендуется принимать

– расчетная длина элемента с учетом закрепленных концов

*,* где коэффициент условия закрепления концов

▼ - ▼ -

– высота фундамента , принимаем

В плоскости рамы

Из плоскости рамы

Б) Условие опирания вышележащих конструкций

В) Технологическое условие

Г) Требование ЕМС кратны 100 мм, допуск 50 мм

Принимаем ;

***Статический расчет конструкций водосброса.***

Статический расчет лотка.

1. Эксплуатационный случай.

Лоток наполнен водой.



Нагрузки, действующие на стенки лотка

Давление воды

– коэффициент надежности по нагрузке

Давление ветра с активной стороны

– коэффициент надежности по нагрузке для ветра

- напор ветра, принимаемый по СНиП в зависимости от места строительства

– коэффициент, учитывающий интенсивность ветра по высоте,

– коэффициент аэродинамичности с наветренной стороны,

Давление ветра с пассивной стороны

– коэффициент аэродинамичности с подветренной стороны,

Максимальный момент будет возникать в стенке лотка с подветренной стороны

Момент в стенке лотка с наветренной стороны

Статический расчет днища лотка.

– сбор нагрузок на

,

– к-т надежности для цем. стяжки

– к-т надежности для собственного веса жбк

1. Ремонтно-строительный случай.



Лоток без воды.

Статический расчет консольных балок.

1. Сбор нагрузок на среднюю балку.



1. Сбор нагрузок на крайнюю балку.



Статический расчет рамы.



1. Сила давления под средней балкой

, где G – собственный вес ригеля.

=

1. Сила давления под крайней балкой
2. Сила давления ветра

***Подбор арматуры в изгибаемой плите.***

Условие прочности.

– условие 1 случая разрушения.

- Расчетное значение сопротивления бетона осевому сжатию (СП 52-101-2003, табл. 5.2)

- Расчетное значение сопротивления арматуры растяжению (СП 52-101-2003, табл. 5.8)

- предельный изгибающий момент, который может быть воспринят сечением элемента.

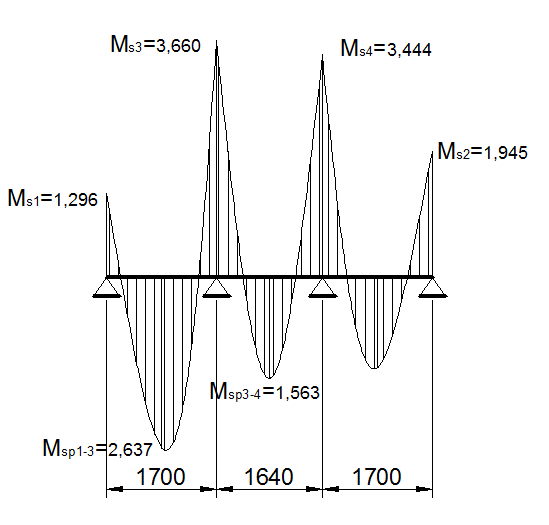
- относительная высота сжатой зоны сечения

- граничная относительная высота сжатой зоны сечения

– высота сжатой зоны сечения

*–* рабочая высота сечения, которая соответствует расстоянию от ц.т. растянутой арматуры до крайнего сжатого волокна

– площадь сечения арматуры



При расчете протяженных конструкций, у которых по длине не меняется ни геометрия, ни нагрузки, ни условия опирания, из конструкции выделяют расчетный участок обычно 1 м. На него делают сбор нагрузок и определяют усилия, на основе которых подбирается арматура.



Требуется подобрать арматуру для плиты толщиной

Бетон класса B20, арматура класса А500.

По СП 52-101-2003 для бетона класса B20

По СП 52-101-2003 для арматуры класса А500

1. Определим положение центра тяжести арматуры и найдем

По СП 52-101-2003 табл. 8.1 толщина защитного слоя бетона при эксплуатации конструкции на открытом воздухе и также

*–* Диаметр арматуры

В ГТС из условия долговечности рекомендуется принимать арматуру

1. Из уравнения (1) определим высоту сжатой зоны х

- коэффициент условия работы для железобетонных конструкций, учитывающий влияние длительности статической нагрузки. при продолжительном действии нагрузки.

1. Проверяем случай разрушения

- относительная деформация растянутой арматуры при напряжениях, равных

- относительная деформация сжатого бетона при напряжениях, равных , принимаемая равной (по СП 52-101-2003 п. 6.2.7)

Следовательно, имеем 1 случай разрушения. Напряжение в растянутой арматуре достигает предела текучести.

1. Из (2) уравнения находим площадь сечения арматуры.

Проверяем полученную площадь арматуру по минимальному проценту армирования для изгибаемых элементов.

1. Подбор арматуры
   1. Подбор рабочих стержней

Конструктивные требования:

- При толщине плиты шаг рабочих стержней

- при толщине плиты и

Количество стержней

В ГТС преимущественна арматура (иногда )

По принимаем ⌀6 А500 S=200 мм

* 1. Подбор распределительной арматуры

, ,

Принимаем ⌀6 А240

По СП 52-101-2003 для бетона класса B20

По СП 52-101-2003 для арматуры класса А500

1. Определим положение центра тяжести арматуры и найдем

По СП 52-101-2003 табл. 8.1 толщина защитного слоя бетона при эксплуатации конструкции на открытом воздухе и также

*–* Диаметр арматуры

В ГТС из условия долговечности рекомендуется принимать арматуру

1. Из уравнения (1) определим высоту сжатой зоны х

- коэффициент условия работы для железобетонных конструкций, учитывающий влияние длительности статической нагрузки. при продолжительном действии нагрузки.

1. Проверяем случай разрушения

- относительная деформация растянутой арматуры при напряжениях, равных

- относительная деформация сжатого бетона при напряжениях, равных , принимаемая равной (по СП 52-101-2003 п. 6.2.7)

Следовательно, имеем 1 случай разрушения. Напряжение в растянутой арматуре достигает предела текучести.

1. Из (2) уравнения находим площадь сечения арматуры.

Проверяем полученную площадь арматуру по минимальному проценту армирования для изгибаемых элементов.

Подбор арматуры осуществляем по

1. Подбор арматуры
   1. Подбор рабочих стержней

Конструктивные требования:

- При толщине плиты шаг рабочих стержней

- при толщине плиты и

Количество стержней

В ГТС преимущественна арматура (иногда )

По принимаем ⌀6 А500 S=200 мм

* 1. Подбор распределительной арматуры

, ,

Принимаем ⌀6 А240

По СП 52-101-2003 для бетона класса B20

По СП 52-101-2003 для арматуры класса А500

1. Определим положение центра тяжести арматуры и найдем

По СП 52-101-2003 табл. 8.1 толщина защитного слоя бетона при эксплуатации конструкции на открытом воздухе и также

*–* Диаметр арматуры

В ГТС из условия долговечности рекомендуется принимать арматуру

1. Из уравнения (1) определим высоту сжатой зоны х

- коэффициент условия работы для железобетонных конструкций, учитывающий влияние длительности статической нагрузки. при продолжительном действии нагрузки.

1. Проверяем случай разрушения

- относительная деформация растянутой арматуры при напряжениях, равных

- относительная деформация сжатого бетона при напряжениях, равных , принимаемая равной (по СП 52-101-2003 п. 6.2.7)

Следовательно, имеем 1 случай разрушения. Напряжение в растянутой арматуре достигает предела текучести.

1. Из (2) уравнения находим площадь сечения арматуры.

Проверяем полученную площадь арматуру по минимальному проценту армирования для изгибаемых элементов.

Подбор арматуры осуществляем по

1. Подбор арматуры
   1. Подбор рабочих стержней

Конструктивные требования:

- При толщине плиты шаг рабочих стержней

- при толщине плиты и

Количество стержней

В ГТС преимущественна арматура (иногда )

По принимаем ⌀6 А500 S=200 мм

* 1. Подбор распределительной арматуры

, ,

Принимаем ⌀6 А240

По СП 52-101-2003 для бетона класса B20

По СП 52-101-2003 для арматуры класса А500

1. Определим положение центра тяжести арматуры и найдем

По СП 52-101-2003 табл. 8.1 толщина защитного слоя бетона при эксплуатации конструкции на открытом воздухе и также

*–* Диаметр арматуры

В ГТС из условия долговечности рекомендуется принимать арматуру

1. Из уравнения (1) определим высоту сжатой зоны х

- коэффициент условия работы для железобетонных конструкций, учитывающий влияние длительности статической нагрузки. при продолжительном действии нагрузки.

1. Проверяем случай разрушения

- относительная деформация растянутой арматуры при напряжениях, равных

- относительная деформация сжатого бетона при напряжениях, равных , принимаемая равной (по СП 52-101-2003 п. 6.2.7)

Следовательно, имеем 1 случай разрушения. Напряжение в растянутой арматуре достигает предела текучести.

1. Из (2) уравнения находим площадь сечения арматуры.

Проверяем полученную площадь арматуру по минимальному проценту армирования для изгибаемых элементов.

Подбор арматуры осуществляем по

1. Подбор арматуры
   1. Подбор рабочих стержней

Конструктивные требования:

- При толщине плиты шаг рабочих стержней

- при толщине плиты и

Количество стержней

В ГТС преимущественна арматура (иногда )

По принимаем ⌀6 А500 S=200 мм

* 1. Подбор распределительной арматуры

, ,

Принимаем ⌀6 А240



С1 , , ,

С2 , , ,

С3 , , ,

С4 , , ,

Статический расчет консольной балки.

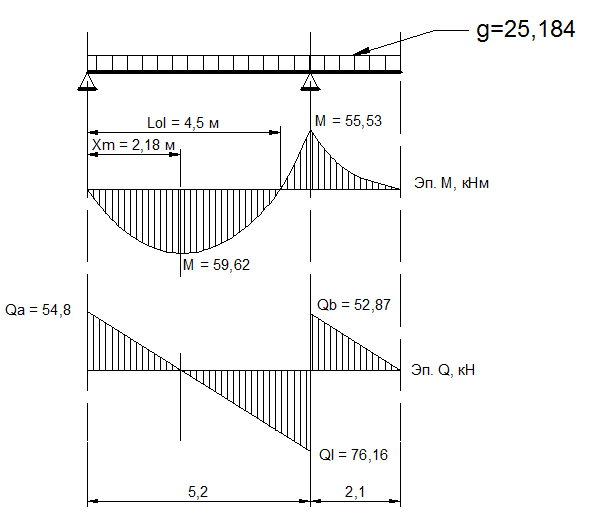
Максимальный момент М между опорами А и В

При

Изгибающий момент на опоре B

Поперечные силы на опорах А и В

Эпюры внутренних усилий в консольной балке.



***Расчет прочности изгибаемой балки таврового сечения.***

При

– условие 1 случая разрушения.



Монолитная железобетонная балка, эксплуатация на открытом воздухе.

Нагрузка длительная, бетон класса B20, арматура класса А500, каркасы вязаные.

По СП 52-101-2003 для бетона класса B20

По СП 52-101-2003 для арматуры класса А500

Максимальный момент между опорами М = 59,62 кНм

На основе опыта проектирования известно, что центр тяжести арматуры обычно находится на расстоянии

1. Принимаем
2. Определим расчетную ширину полки

находится из 3-х условий

А) Условие геометрии

Б) Условие равномерности работы полки



В) Условие местной устойчивости

Следовательно, потери местной устойчивости не будет. Условие 3 можно не учитывать.

Принимаем

Расчетное тавровое сечение.



1. Определим случай работы таврового сечения

Задаемся, что



По условию (1) находим момент Mf

Следовательно, чтобы сжать полку толщиной 12 см, необходимо приложить момент больше, чем мы имеем в статическом расчете балки, а значит сжатая зона будет в пределах полки.

1. Из (1) уравнения выражаем x
2. Проверяем случай разрушения

Следовательно, в момент разрушения арматура достигает предела текучести.

1. Из (2) уравнения находим площадь арматуры
2. Проверяем по минимальному % армирования
3. Подбор арматуры.

Принимаем 2⌀16

1. Размещение арматуры.



По СП 52-101-2003 табл. 8.1 толщина защитного слоя бетона при эксплуатации конструкции на открытом воздухе и также

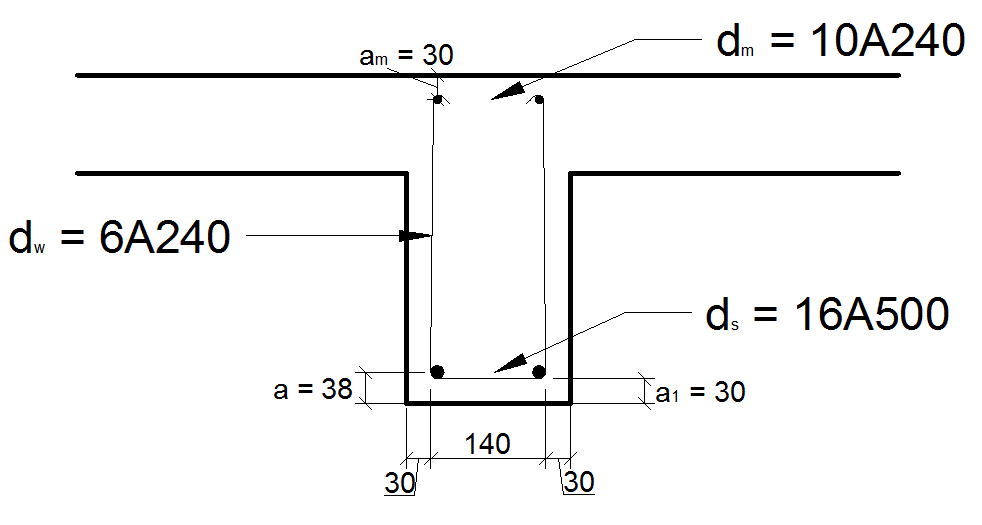
Принимаем

1. Проверка прочности сечения.

Запас прочности.

1. Конструирование сечения.

Хомут разомкнутый 2х ветвевой.



При h < 800 мм

Принимаем

Защитный слой для хомутов можно принять на 5 мм меньше, чем для рабочей арматуры.

**Подбор арматуры на опорный момент Mo**

Монолитная железобетонная балка, эксплуатация на открытом воздухе.

Нагрузка длительная, бетон класса B20, арматура класса А500, каркасы вязаные.

По СП 52-101-2003 для бетона класса B20

По СП 52-101-2003 для арматуры класса А500

Момент на опоре Мо = 55,53 кНм

На основе опыта проектирования известно, что центр тяжести арматуры обычно находится на расстоянии

1. Принимаем
2. Определим высоту сжатой зоны х



Из (1) уравнения выражаем x

1. Проверяем случай разрушения, т.к. уравнение (2) справедливо только при 1 случае разрушения.

Следовательно, в момент разрушения арматура достигает предела текучести.

1. Из (2) уравнения находим площадь арматуры
2. Проверяем по минимальному % армирования
3. Подбор арматуры.

Применяется армирование в 2 стержня.

Принимаем 2⌀18

1. Размещение арматуры.



По СП 52-101-2003 табл. 8.1 толщина защитного слоя бетона при эксплуатации конструкции на открытом воздухе и также

Принимаем

Центр тяжести арматуры а

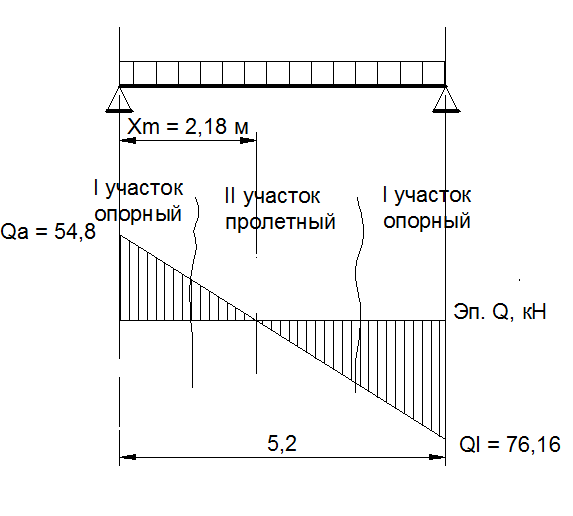
1. Проверка прочности сечения.

Запас прочности.

1. Конструирование сечения.



***Расчет прочности изгибаемой балки по наклонному сечению.***



Бетон класса B20, продольная арматура класс А500, хомуты из арматуры класса А240.

По СП 52-101-2003 для бетона класса B20

По СП 52-101-2003 для арматуры класса А500

По СП 52-101-2003 для арматуры класса А240

Геометрические параметры балки в сечении:

1. Опорный участок

А) Проверим прочность балки по наклонной бетонной полосе между наклонными трещинами. Прочность будет обеспечена если

для тяжелого бетона

Следовательно, прочность по наклонной бетонной полосе обеспечена.

Б) Расчет прочности на поперечную силу.

Назначим поперечное армирование на опорном участке.

При вязаных каркасах , принимаем

,

В) Шаг поперечной арматуры

Назначим по конструктивным требованиям.

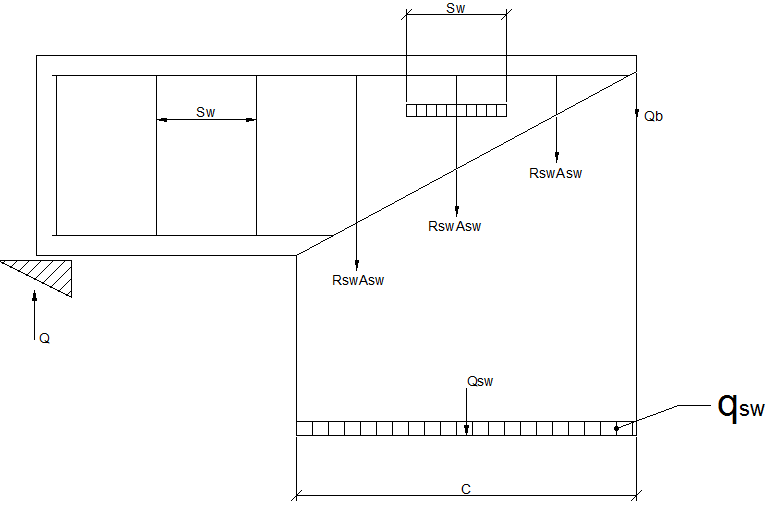
Задаемся случаем

Учитываем также условия: при

Проверим прочность наклонного сечения на действие поперечной силы, исходя из минимальной прочности бетона.

Наклонных трещин не будет, если

Следовательно, наклонные трещины образуются, необходимо в расчете учесть влияние поперечной арматуры.



– шаг поперечной арматуры

– проекция расчетного наклонного сечения на ось элемента

- поперечная сила, воспринимаемая бетоном в наклонном сечении

– поперечная сила, воспринимаемая поперечной арматурой в наклоном сечении

– условное распределенное усилие в хомутах

Г) Определим

Д) Проверим величину по минимальному армированию поперечной арматуры.

E) Проверим выбранный шаг хомутов по максимальному шагу



Для того, чтобы не было хрупкого разрушения по наклонному сечению хомуты должны попадать в наклонную трещину.

Следовательно, хомуты попадают в наклонную трещину и хрупкого разрушения не будет.

Ж) Проверим поперечное армирование по прочности на поперечную силу.

Условие прочности

Находим

– коэффициент, принимаемый равным 1,5

– коэффициент, принимаемый равным 0,75

При определении , должно удовлетворять условию:

21,72 см < 81,07 см <108,6 см

Находим

При определении , должно удовлетворять условию:

Т.к. не попадает в интервал принимаем равную соответствующей границе

Определим несущую способность на поперечную силу.

Прочность по наклонному сечению не обеспечена. Уменьшаем шаг поперечной арматуры и принимаем

Г1) Определим

Д1) Проверим поперечное армирование по прочности на поперечную силу.

Условие прочности

Находим

– коэффициент, принимаемый равным 1,5

– коэффициент, принимаемый равным 0,75

При определении , должно удовлетворять условию:

21,72 см < 66,19 см <108,6 см

Находим

При определении , должно удовлетворять условию:

Определим несущую способность на поперечную силу.

Опорная прочность обеспечена.

1. Пролетный участок.

Назначим шаг поперечной арматуры по конструкционному требованию при

*;*

Принимаем



; , принимаем

; , принимаем

; , принимаем

Схема расстановки хомутов.



***Построение эпюр материалов и***

***обрыв продольной арматуры на опорном участке.***



Правила обрыва стержней.

1. При обрыве продольной арматуры строго соблюдать симметрию относительно вертикальной оси сечения.
2. В первую очередь обрывать стержни наиболее удаленные от растянутых граней.
3. В первую очередь стремится избавится от среднего каркаса (если он есть)
4. До опоры доводить не менее 2-х стержней и не менее 50% от общей площади арматуры в пролете.

При обрыве продольной арматуры обрываемые стержни продлевают за точки теоретического обрыва по 2-м причинам.

1. В местах теоретического обрыва в обрываемых стержнях напряжение должно быть ровно , поэтому продлеваем обрываемые стержни за точки теоретического обрыва на длину анкеровки.

– длина анкеровки, т.е. расстояние в пределах которого в стержне напряжение меняется от нуля до

, т.к. стержни растянуты, периодического профиля и прямые.

В запас расчета принимаем

– базовая длина анкеровки.

Принимаем

1. Обрываемые стержни продлеваются за точки теоретического обрыва на длину заделки для того, чтобы не было разрушения в наклонном сечении, от действия изгибающего момента.

По рекомендации ЦНИИ Промзданий длину заделки определяют следующим образом.

- При ;

- при ;

– диаметр обрываемого стержня в (см)

– площадь хомутов в сечении после соответствующего обрыва стержней.

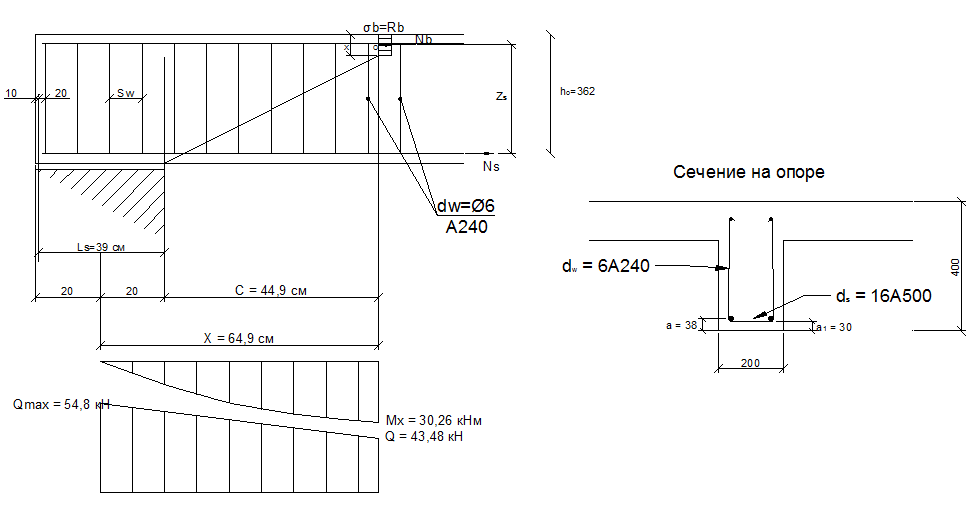
– поперечная сила и шаг хомутов под соответствующей точкой теоретического обрыва.

Принимаем длину заделки

***Расчет прочности в наклонном сечении на действие момента на опоре.***

Бетон класса В20, продольная арматура 2⌀16А500, , , хомут А240, , опорный участок , , , ,

Расчетная схема.



Условие прочности

1. Проверим длину запуска продольной арматуры за внутреннюю грань опоры

При

; ;

– Базовая (основная) длина анкеровки, необходимая для передачи усилия в арматуре с полным расчетным значением сопротивления *Rs* на бетон

- расчетное сопротивление сцепления арматуры с бетоном, принимаемое равномерно распределенным по длине анкеровки

– коэффициент, учитывающий влияние вида поверхности арматуры, принимаемый равным 2,5 для горячекатаной и термомеханически обработанной арматуры периодического профиля

– коэффициент, учитывающий влияние размера диаметра арматуры, принимаемый равным 1,0 при ds ≤ 32 мм

– периметр сечения анкеруемого стержня

; ;

Принимаем

Определим фактическую длину запуска за внутреннюю грань опоры.

Длина запуска обеспечена

Определим изгибающий момент который воспринимает продольная арматура

– требуемая расчетная длина анкеровки арматуры с учетом конструктивного решения элемента в зоне анкеровки

В запас расчета принимаем

– коэффициент, учитывающий влияние на длину анкеровки напряженного состояния бетона и арматуры и конструктивного решения элемента в зоне анкеровки. При анкеровки стержней периодического профиля с прямыми концами без дополнительных анкерующих устройств для растянутых стержней принимают

Принимаем

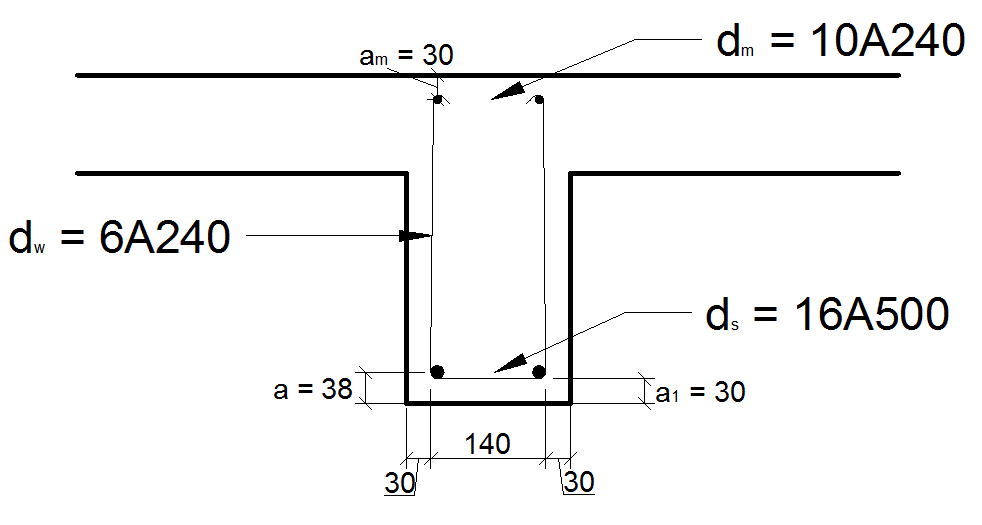
Определим изгибающий момент , который воспринимает поперечная арматура.

Несущая способность наклонного сечения по моменту.

Определим действующий изгибающий момент.

Прочность наклонного сечения на действие момента обеспечена.

***Расчет ширины раскрытия трещин.***



Бетон класса В20

Проверим образование трещин в балке.

Трещины в балке образуются если

– момент сопротивления приведенного сечения относительно растянутой грани. Допускается определяться без учета арматуры, что идет в запас расчета.

– коэффициент, учитывающий развитие пластических деформаций в бетоне растянутой зоны перед образованием трещин, т.е. искривления эпюры напряжения в растянутой зоне бетона зависит от формы поперечного сечения.

– момент инерции приведенного сечения

– расстояние от наиболее растянутого волокна бетона до центра тяжести приведенного поперечного сечения элемента.

– статический момент площади приведенного поперечного сечения элемента относительно наиболее растянутого волокна бетона.

– площадь приведенного поперечного сечения элемента.

- коэффициент приведения площади арматуры к площади бетона



Следовательно, трещины образуются, необходим расчет по ширине их раскрытия.

– расчетная ширина раскрытия трещин

– предельно допустимая ширина раскрытия трещин, которая выбирается из условий:

-сохранность арматуры от коррозии

-водо- газонепроницаемость конструкции

В монолитной конструкции в пролете действует условие сохранности арматуры от коррозии, а на опоре сохранность арматуры от коррозии и водонепроницаемость.

Принимаем

При продолжительном раскрытии трещин

– продолжительное раскрытие трещин при действии постоянных и длительных нагрузок.

– коэффициент, учитывающий продолжительность действия нагрузки, принимаемый равным при продолжительном действии нагрузки

- коэффициент, учитывающий профиль продольной арматуры, принимаемый равным для арматуры периодического профиля

– коэффициент, учитывающий характер нагружения, принимаемый равным для элементов изгибаемых и внецентренно сжатых.

– коэффициент, учитывающий неравномерность работы арматуры между трещинами

– напряжение в продольной растянутой арматуре в нормальном сечении с трещиной от соответствующей внешней нагрузки.

– момент инерции, в котором учитывается только сжатая зона бетона и приведенная площадь арматуры.

– расстояние от сжатой грани до центра тяжести приведенного поперечного сечения элемента. Для изгибаемых элементов , где – высота сжатой зоны бетона определяемая по формуле:

– коэффициент приведения арматуры к бетону.

– приведенный модуль деформации сжатого бетона, учитывающий неупругие деформации сжатого бетона

– относительная деформация бетона, принимаемая 0,0015

- площадь сечений свесов

– расстояние между смежными трещинами

, – диаметр и площадь продольной растянутой арматуры

– площадь сечения растянутого бетона

– расстояние от растянутой грани до центра тяжести сечения

должно удовлетворять условиям: и

Принимаем

Величину принимают ; ; ;

Принимаем

Вывод: балка не удовлетворяет требованиям по ширине раскрытия трещин, необходимо увеличить ее армирование.

***Подбор арматуры в предварительно напряженном ригеле.***



Бетон класса В30

Арматура класса В1200, способ создания предварительного напряжения – механический на бетон.

На основе опыта проектирования известно, что центр тяжести арматуры обычно находится на расстоянии

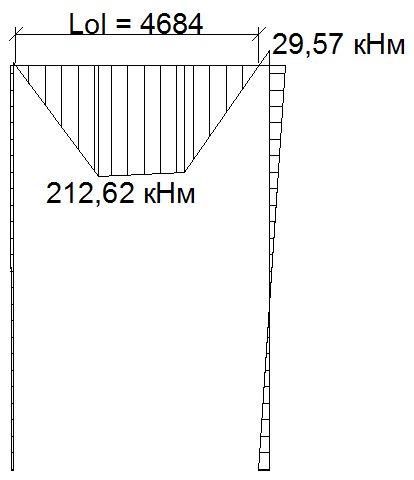
1. Принимаем
2. Определяем расчетное тавровое сечение.

находится из 3-х условий

А) Условие геометрии

Б) Условие равномерности работы полки





В) Условие местной устойчивости

При

Следовательно, потери местной устойчивости не будет. Условие 3 можно не учитывать.

Принимаем

Расчетное тавровое сечение.



1. Устанавливаем случай работы таврового сечения.

Задаемся случаем

По СП 52-101-2003 для бетона класса B30

1. Определяем высоту сжатой зоны .
2. Проверяем случай разрушения .

- относительная деформация растянутой арматуры при напряжениях, равных в предварительно напряженных конструкциях

По СП 52-102-2004 для арматуры класса B1200

- относительная деформация сжатого бетона при напряжениях, равных , принимаемая равной (по СП 52-101-2003 п. 6.2.7)

– предварительное напряжение в арматуре с учетом всех потерь. При подборе арматуры допускается принять

Следовательно, имеем 1 случай разрушения. Напряжение в растянутой арматуре достигает предела текучести.

1. Находим площадь арматуры

– к-т, который учитывает возможное в момент разрушения превышение напряжения в арматуре по отношению к условному пределу текучести за счет того, что бетон может оказаться прочнее, чем по СП.

Принимаем в запас расчета

1. Проверяем % армирования.
2. Подбор предварительно напряженной арматуры.

Принимаем 6⌀10

Формируем 2 пучка арматуры по 3 проволоки в каждом. Диаметр одного пучка:

Конструирование сечения.



1. Проверка прочности сечения.

Запас прочности.

***Подбор арматуры на опоре.***



*, ,* влажность воздуха , бетон класса

Арматура В1200 6⌀10 , натяжение арматуры механический на бетон.

Требуется подобрать арматуру на опорах.

Для бетона класса B30

Для арматуры

По СП 52-102-2004 для арматуры класса B1200

Момент, на который подбирается опорная арматура М будет равен

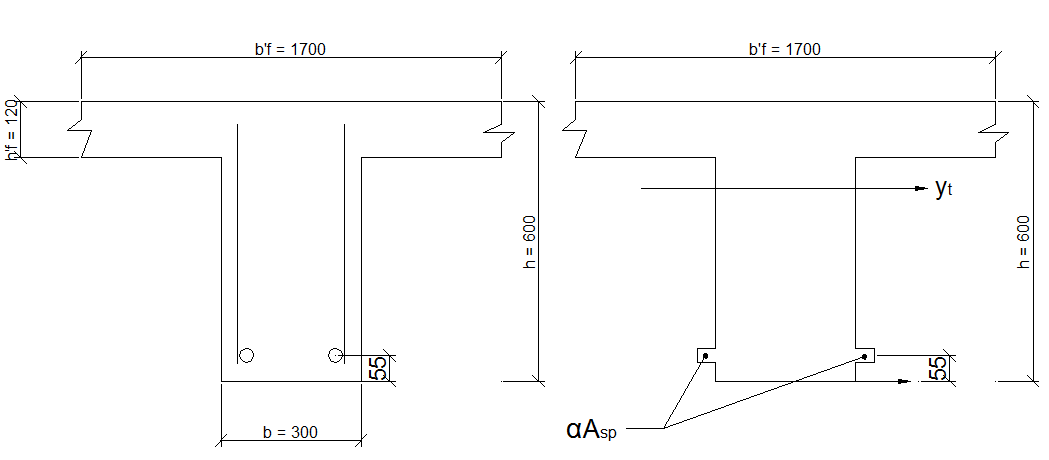
– коэффициент, учитывающий неблагоприятное влияние предварительного напряжения

1. Назначим начальную величину предварительного напряжения

Предварительное напряжение принимают не более для холоднодеформированной арматуры.

Принимаем в запас расчета.

1. Определяем потери предварительного напряжения
   1. Геометрические характеристики сечения.



* 1. Потери бывают первые и вторые. Определение первых потерь.

– потери, которые возникают до передачи предварительного напряжения на бетон. В монолитных конструкциях

– потери от деформации анкеров натяжных устройств.

– обжатие анкеров или смещение стержня в зажимах анкеров

– расстояние между наружными гранями упоров

Определим предварительные напряжения в бетоне при передачи усилия предварительного обжатия c учетом первых потерь.

– передаточная прочность бетона – прочность бетона к моменту его обжатия, следует назначать не менее 15 МПа и не менее 50% принятого класса бетона на сжатие.

Принимаем

– момент от собственного веса

– удельный вес бетона

Следовательно, уровень сжимающих напряжений после передачи предварительного напряжения на бетон допустимый.

* 1. Определение вторых потерь.

– потери от релаксации напряжений арматуры, для арматуры В1200 и механическом способе натяжения

– потери от усадки бетона

- деформации усадки бетона, зависит от класса бетона для В30

*–* потери от ползучести бетона

– коэффициент ползучести бетона, по СП 52-102-2004

Полные потери

* 1. Определение P
  2. Определяем М

По СП 52-101-2003 для бетона класса B30

По СП 52-101-2003 для арматуры класса А500

1. На основе опыта проектирования известно, что центр тяжести арматуры обычно находится на расстоянии

Принимаем

1. Определим высоту сжатой зоны х
2. Проверяем случай разрушения

- относительная деформация растянутой арматуры при напряжениях, равных

- относительная деформация сжатого бетона при напряжениях, равных , принимаемая равной (по СП 52-101-2003 п. 6.2.7)

Следовательно, имеем 1 случай разрушения. Напряжение в растянутой арматуре достигает предела текучести.

1. Находим площадь арматуры

Проверяем по минимальному % армирования

1. Подбор арматуры.

Применяется армирование в 2 стержня.

Принимаем 2⌀22

Размещение арматуры.

По СП 52-101-2003 табл. 8.1 толщина защитного слоя бетона при эксплуатации конструкции на открытом воздухе и также

Принимаем

Центр тяжести арматуры а

1. Проверка прочности сечения.

Запас прочности.

Конструирование сечения.



***Подбор поперечной арматуры в ригеле.***

 Для обеспечения прочности ригеля на поперечную силу необходимо, чтобы выполнялось условие:

– поперечная сила, воспринимаемая бетоном в наклонном сечении

– поперечная сила, воспринимаемая арматурой в наклонном сечении

Проверим прочность балки по наклонной бетонной полосе между наклонными трещинами. Прочность будет обеспечена если

для тяжелого бетона

Следовательно, прочность по наклонной бетонной полосе обеспечена.

Б) Расчет прочности на поперечную силу.

Назначим поперечное армирование на опорном участке.

При вязаных каркасах , принимаем

,

В) Шаг поперечной арматуры

Назначим по конструктивным требованиям.

Задаемся случаем

Учитываем также условия: при

Принимаем

Проверим прочность наклонного сечения на действие поперечной силы, исходя из минимальной прочности бетона.

Наклонных трещин не будет, если

Следовательно, наклонные трещины образуются, необходимо в расчете учесть влияние поперечной арматуры.

Определим

Проверим величину по минимальному армированию поперечной арматуры.

Условие не выполняется, принимаем , и

Определим

Проверим величину по минимальному армированию поперечной арматуры.

E) Проверим выбранный шаг хомутов по максимальному шагу



Для того, чтобы не было хрупкого разрушения по наклонному сечению хомуты должны попадать в наклонную трещину.

Следовательно, хомуты попадают в наклонную трещину и хрупкого разрушения не будет.

Ж) Проверим поперечное армирование по прочности на поперечную силу.

Условие прочности

Находим

– коэффициент, принимаемый равным 1,5

– коэффициент, принимаемый равным 0,75

При определении , должно удовлетворять условию:

32,7 см < 126,93 см <163,5 см

Находим

При определении , должно удовлетворять условию:

Т.к. не попадает в интервал принимаем равную соответствующей границе

Определим несущую способность на поперечную силу.

Прочность обеспечена.

Назначим поперечное армирование в пролетном участке.

Назначим шаг поперечной арматуры по конструкционному требованию при

*;*

Принимаем

Проверим выбранный шаг хомутов по максимальному шагу

Следовательно, хомуты попадают в наклонную трещину и хрупкого разрушения не будет.

Определим длину опорного участка

Принимаем

Схема расстановки хомутов в ригеле.



***Обрыв продольной арматуры в ригеле на опорных участках.***

Правила обрыва стержней.

1.При обрыве продольной арматуры строго соблюдать симметрию относительно вертикальной оси сечения.

2.В первую очередь обрывать стержни наиболее удаленные от растянутых граней.

3.В первую очередь стремится избавится от среднего каркаса (если он есть)

4.До опоры доводить не менее 2-х стержней и не менее 50% от общей площади арматуры в пролете.

При обрыве продольной арматуры обрываемые стержни продлевают за точки теоретического обрыва по 2-м причинам.

В местах теоретического обрыва в обрываемых стержнях напряжение должно быть ровно , поэтому продлеваем обрываемые стержни за точки теоретического обрыва на длину анкеровки.

– длина анкеровки, т.е. расстояние в пределах которого в стержне напряжение меняется от нуля до

, т.к. стержни растянуты, периодического профиля и прямые.

В запас расчета принимаем

– базовая длина анкеровки.

Принимаем

Обрываемые стержни продлеваются за точки теоретического обрыва на длину заделки для того, чтобы не было разрушения в наклонном сечении, от действия изгибающего момента.

По рекомендации ЦНИИ Промзданий длину заделки определяют следующим образом.

- При ;

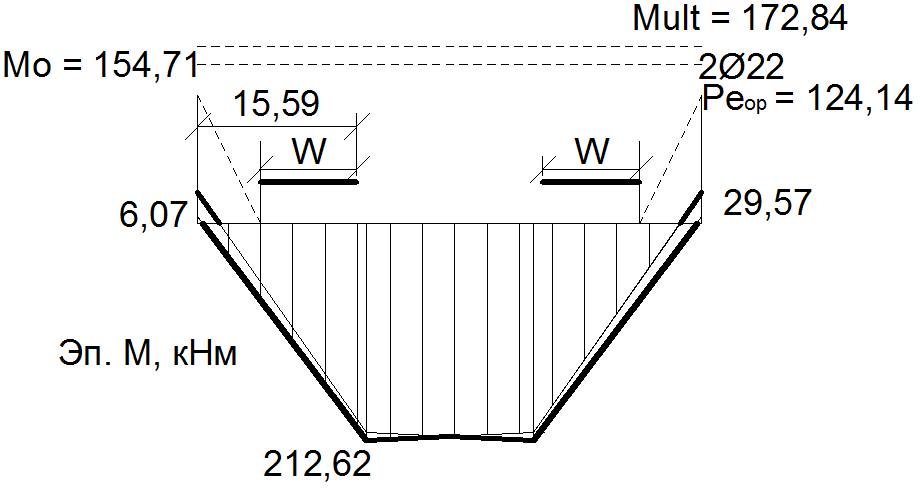
- при ;

– диаметр обрываемого стержня в (см)

– площадь хомутов в сечении после соответствующего обрыва стержней.

– поперечная сила и шаг хомутов под соответствующей точкой теоретического обрыва.

Принимаем длину заделки



***Расчет прочности ригеля на действие момента в наклонном***

***сечении на опоре.***

Условие прочности

– момент в наклонном сечении от внешней нагрузки относительно точки О, являющейся центром сжатой зоны наклонного сечения.

– момент, воспринимаемый продольной арматурой в наклонном сечении относительно той же точки.

– момент, воспринимаемый поперечной арматурой в этом сечении относительно точки О.

Определим конструкцию узла сопряжения в ригеле со стойкой. Вычислим эксцентриситет продольной силы

Следовательно консоль у стойки не нужна.

Проверим длину запуска продольной арматуры за внутреннюю грань опоры

При

; ;

– Базовая (основная) длина анкеровки, необходимая для передачи усилия в арматуре с полным расчетным значением сопротивления *Rs* на бетон

- расчетное сопротивление сцепления арматуры с бетоном, принимаемое равномерно распределенным по длине анкеровки

– коэффициент, учитывающий влияние вида поверхности арматуры, принимаемый равным 2,5 для горячекатаной и термомеханически обработанной арматуры периодического профиля

– коэффициент, учитывающий влияние размера диаметра арматуры, принимаемый равным 1,0 при ds ≤ 32 мм

– периметр сечения анкеруемого стержня

; ;

Принимаем

Определим фактическую длину запуска за внутреннюю грань опоры.

Длина запуска не обеспечена.

Необходимо в верхней части стойки развить сечение, сделав консоль длиной . Принимаем



Длина запуска обеспечена.

Определим изгибающий момент который воспринимает продольная арматура

– требуемая расчетная длина анкеровки арматуры с учетом конструктивного решения элемента в зоне анкеровки

В запас расчета принимаем

– коэффициент, учитывающий влияние на длину анкеровки напряженного состояния бетона и арматуры и конструктивного решения элемента в зоне анкеровки. При анкеровки стержней периодического профиля с прямыми концами без дополнительных анкерующих устройств для растянутых стержней принимают

Принимаем

Определим изгибающий момент , который воспринимает поперечная арматура.

Несущая способность наклонного сечения по моменту.

Определим действующий изгибающий момент.

Графически по эпюре моментов в ригеле рамы от полной нагрузки при координате равной Х момент

Прочность наклонного сечения на действие момента обеспечена.

***Проверка ригеля на образование трещин.***

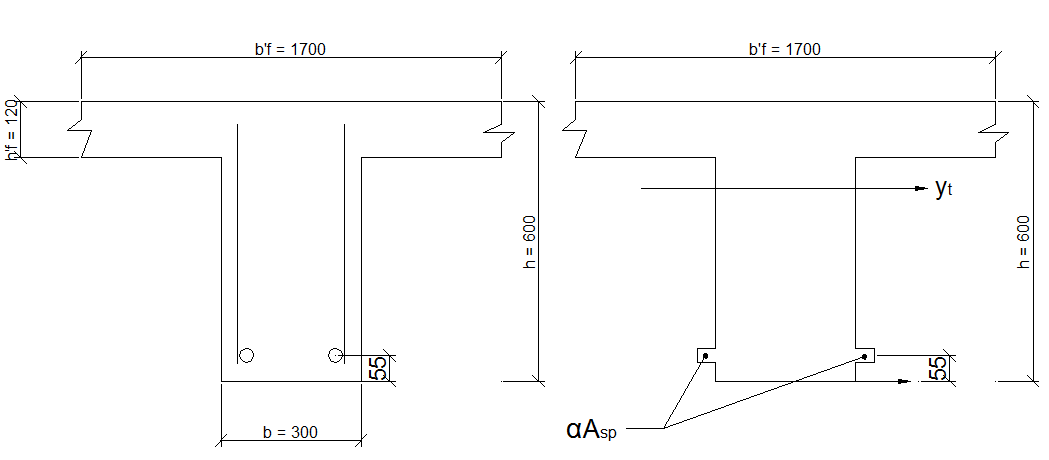
Условие трещиностойкости

– момент сопротивления приведенного сечения относительно растянутой грани. Допускается определяться без учета арматуры, что идет в запас расчета.

– коэффициент, учитывающий развитие пластических деформаций в бетоне растянутой зоны перед образованием трещин, т.е. искривления эпюры напряжения в растянутой зоне бетона зависит от формы поперечного сечения.

– момент инерции приведенного сечения

– расстояние от наиболее растянутого волокна бетона до центра тяжести приведенного поперечного сечения элемента.



Следовательно, трещины образовываться не будут.

***Расчет внецентренно сжатой стойки.***

Условия прочности:

Монолитная рама, эксплуатация на открытом воздухе, нагрузка длительная.

*, , ,* , ,

; , бетон класса В20, арматура класса А500.

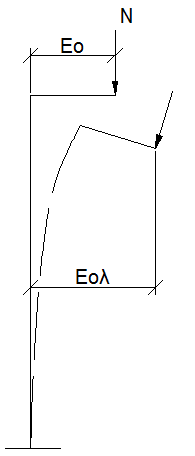
По СП 52-101-2003 для бетона класса B20 , ,

По СП 52-101-2003 для арматуры класса А500 ,

1. Задаемся

Принимаем

1. Определим эксцентриситет продольной силы.



* 1. – начальный эксцентриситет продольной силы, определяется с учетом случайного и расчетного эксцентриситетов.

В статически неопределимых конструкциях наибольшее из и

Принимаем

* 1. Определение

– критическая сила, определяемая по формуле

– жесткость железобетонного элемента

– учитывает влияние длительности действия нагрузки

Задаемся

Предварительно

Следовательно, будет потеря устойчивости, необходимо увеличить сечение стойки.

Принимаем

Следовательно, потери устойчивости не будет.

1. Симметричное армирование.

Из уравнения (2) определим высоту сжатой зоны

1. Проверим случай работы стойки.

- относительная деформация растянутой арматуры при напряжениях, равных

- относительная деформация сжатого бетона при напряжениях, равных , принимаемая равной (по СП 52-101-2003 п. 6.2.7)

Следовательно, имеем 1 случай работы.

1. Из уравнения (1) находим

, тогда принимаем

– минимальный процент армирования сжатого элемента, принимаемый по условиям:

при

при

, принимаем

1. Проверяем коэффициент армирования 𝜇, которым задавались при определении критической силы.

Невязка недопустимая. Необходимо было принять

1. Подбор арматуры.

Для монолитных конструкций

допускается

Принимаем 2ø14 А500

1. Размещение арматуры.

Защитный слой принимается и . Принимаем

После подбора арматуры принятого в начале расчета, значит проверка прочности сечения не требуется.

1. Проверим процент армирования по граничному значению.
2. Конструирование сечения стойки.

Диаметр поперечной арматуры

*,* принимаем

Шаг хомутов по длине стойки при назначается из условий

и

Принимаем



***Расчет фундамента.***

Бетон класса В20, арматура класса А500, расчетное сопротивление грунта R = 0,2 Мпа = 200 кН/м², стойка имеет размеры hc x bc=45x30 см, Ho = 7,5 м, арматура в стойке ø14А500.

M = 20,95 кНм, Nc = 236,86 кН, Q = 6,5 кН

Требуется запроектировать фундамент.

Продольная сила, действующая по обрезу фундамента, с учетом веса стойки:

Вес стойки

– удельный вес железобетона,

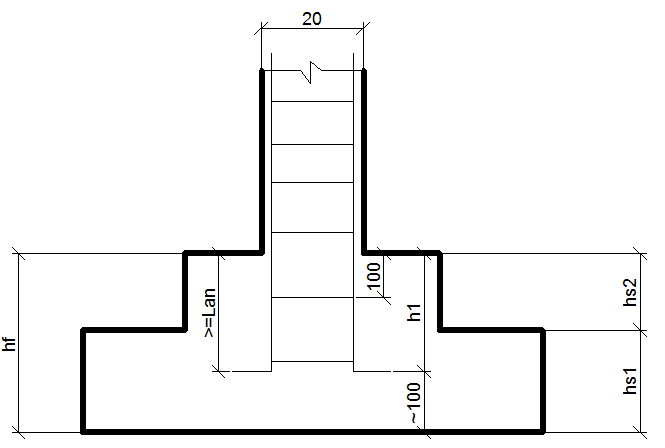
– коэффициент надежности по нагрузке для собственного веса

Характеристики материалов.

По СП 52-101-2003 для бетона класса B20 ,

По СП 52-101-2003 для арматуры класса А500

1. ***Назначение размеров фундамента.***
   1. Высота фундамента.



допускается

Определим

, т.к. стержни сжаты

и – площадь арматуры стойки, которая требовалась по расчету и которую поставили.

– базовая длина анкеровки.

Принимаем

Принимаем , тогда

Принимаем

* 1. Определение размеров ступеней.

, допускается

Принимаем и

* 1. Размеры фундамента в плане.

Назначение размеров фундамента в плане ведется из условия допустимого давления на грунт основания.

Расчет ведется на действие нормативных усилий.

Задачу по определению размеров фундамента ведем методом последовательных приближений в 2 этапа.

1. Оценим площадь подошвы фундамента, как центрально нагруженного.

– средний удельный вес фундамента и грунта над ним.

1. Для внецентренно нагруженных фундаментов как правило разбивают площадь подошвы в пределах момента.

Рекомендуемое соотношение размеров фундамента

Принимаем

,

Принимаем