Нижегородский государственный

архитектурно-строительный университет

Институт открытого дистанционного образования

Курсовая работа

РАСЧЕТ ПРОЧНОСТИ КРАЙНЕЙ КОЛОННЫ ОДНОЭТАЖНОЙ РАМЫ ПРОМЫШЛЕННОГО ЗДАНИЯ В СБОРНОМ ЖЕЛЕЗОБЕТОНЕ

г. Нижний Новгород – 2010г

# 1. РАСЧЕТ КОЛОНН ПО НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ

## 

## 1.1 Общие указания по расчету

Расчет железобетонных колонн поперечника одноэтажной рамы промышленного здания по несущей способности состоит из следующих этапов:

* определения сечения продольной арматуры;
* проверки прочности на усилия при съеме с опалубки, транспортировании и монтаже;
* проверки прочности на внецентренное сжатие из плоскости рамы поперечника;
* расчета подкрановых консолей.

## 1.2 Расчет крайней колонны

## 

## 1.2.1 Расчёт продольной арматуры

Площадь продольной арматуры колонн определяется из расчета сечений их на внецентренное сжатие в плоскости рамы поперечника по наиболее невыгодным расчетным сочетаниям усилий:

maxM→N, min M→N, maxN→±M

При этом можно принимать симметричное и несимметричное армирование колонн. Несимметричное армирование применяют в крайних колоннах рам поперечника промышленных зданий, а также при большой разнице абсолютных значений положительных и отрицательных моментов в расчетных сечениях. При небольшой разнице этих моментов и в средних колоннах — всегда применяют симметричное армирование. Рабочую арматуру колонн при внецентренном сжатии принимают классов A400 или

А300 диаметром не менее 16 мм. Сечение I-I (подкрановая часть колонны) Размеры сечения:

Высота h = 500 мм, ширина b = 400 мм, a = a' = 50 мм, рабочая высота h0 = 500 – 50 = 450 мм. Бетон тяжелый класса В15, Rb = 8,5 мПа; Eb = 24,0\*103 мПа. Продольная арматура класса А400, RS=RSC=355 мПа; поперечная - класса А240, ES=2⋅105 мПа.

2. Усилия. Наиболее невыгодные комбинации усилий:

а) из первых основных сочетаний без учёта крановой нагрузки:

М1 = +44,76 кН⋅м и -45,83 кН⋅м при N1 = 340,02 кН;

б) из вторых основных сочетаний - с учетом крановой нагрузки:

М2 = +89,32 кН⋅м и -31,76 кН⋅м при N2 = 741,67 кН.

Для данных комбинаций усилий принимаем симметричное армирование колонны и для расчета имеем следующие комбинации усилий:

а) первая комбинация усилий без учёта крановой нагрузки.

М1 = ±45,83 кН⋅м; N1 = 340,02 кН;

б) вторая комбинация усилий с учетом крановой нагрузки:

М2 = ±89,32 кН⋅м; N2 = 741,67 кН.

Для обеих комбинаций длительная часть усилий:

Mдл = Mпост = +1,25 кН⋅м; Nдл = Nпост = 340,02 кН.

3. Расчетная длина и гибкость колонны

Расчетная длина подкрановой части колонны в плоскости поперечной рамы:

а) для первой комбинации усилий без учёта крановой нагрузки:

lон = 1,2 × HК=1,2×11,0 = 13,2 м;

(для однопролетных зданий без учета крана lон = 1,5× HК)

б) для второй комбинации усилий при учете крановой нагрузки:

lон = 1,5 × Hн = 1,5 × 6,9 = 10,35 м.

Гибкость колонны:

а) ; б) ,

следовательно, необходимо учитывать влияние прогиба колонны на величину эксцентриситета приложения продольных сил.

4. Определение эксцентриситетов приложения продольных сил

Величина случайного эксцентриситета:

 

Принимаем ; Принимаем;

Величина расчётного эксцентриситета:

;



Колонна является элементом статически неопределимой конструкции – поперечной рамы. Поэтому, согласно п.4.2.6 [3] принимаем величину эксцентриситета приложения продольных сил без учёта случайного эксцентриситета:

е01 = ест01 = 135 мм, е02 = ест02 = 120 мм.

5. Определение величин условных критических сил

Величину условной критической силы определяем по формуле (6.24):



где D – жесткость железобетонного элемента, определяемая для элементов прямоугольного сечения по формуле (3.89) [4]:



а) первая комбинация усилий:



Эксцентриситет приложения длительной части нагрузки:





Моменты внешних сил относительно растянутой арматуры сечения: - от действия всей нагрузки:



- от действия длительной части нагрузки



Коэффициент, учитывающий влияние длительного действия нагрузки на прогиб элемента:



Суммарный коэффициент армирования  для арматуры  и  принимаем равным 0,005, исходя из



при гибкости

 (табл. 5.2).

Отношение модулей упругости материалов:



Жёсткость колонны:



Условная критическая сила:



б) вторая комбинация усилий:





Моменты внешних сил относительно растянутой арматуры сечения:

* от действия всей нагрузки:



* от действия длительной части нагрузки



Коэффициент, учитывающий влияние длительного действия нагрузки на прогиб элемента:



Суммарный коэффициент армирования  принимаем равным 0,004, при гибкости

 (табл. 5.2 [4]).

Жёсткость колонны:



Условная критическая сила:



6. Учет влияния прогиба и определение величин эксцентриситетов «е»

Влияние прогиба колонны на величину эксцентриситета приложения продольного усилия учитываем путем умножения величины  на коэффициент, определяемый по формуле 6.23:

 (2)

а) первая комбинация усилий:



Эксцентриситет приложения продольной силы относительно растянутой арматуры :



б) вторая комбинация усилий:





7. Определение площади сечения арматуры

Граничное значение относительной высоты сжатой зоны бетона:



,

где: 



а) первая комбинация усилий:



Определяем параметры δ, αm и αn :





Т.к. , площадь сечения симметричной арматуры определяем по формуле:



Принимаем

.

б) вторая комбинация усилий:





Т.к. , то:



Принимаем 

По конструктивным требованиям в колоннах при b(h) ≥ 250мм диаметр продольных стержней должен быть не менее 16мм (п.5.17 [4].

Тогда 

Арматуру подбираем по большей из трёх площадей, полученных при расчёте:



Назначаем с каждой стороны сечения

 A400 с 

Сечение II-II (надкрановая часть колонны).

1. Размеры сечения

Размеры сечения:



Бетон тяжелый класса B15, арматура класса A400 (та же, что в   
сечении I-I).

2. Усилия

Невыгодные комбинации расчетных усилий выбираем из вторых основных сочетаний–с учетом крановой нагрузки:



Для данных комбинаций усилий принимаем для надкрановой части колонны несимметричное армирование и для расчёта имеем следующие комбинации усилий.

а) М1 = +89,51 кН\*м; N1 = 257,23 кН;

б) M2 = +86,51 кН\*м; N2 = 368,04 кН.

В том числе длительная часть нагрузки:



3. Расчетная длина и гибкость колонны

При учёте в расчёте крановой нагрузки:



Без учёта крановой нагрузки:



Гибкость:



Следовательно необходимо учитывать влияние прогиба на величину эксцентриситета продольных сил.

4. Определение эксцентриситетов продольных сил

Величина случайного эксцентриситета продольных сил:



Принимаем



Величина расчётного эксцентриситета:

;

;



Т.к. поперечная рама – статически неопределимая конструкция при определении эксцентриситета приложения продольных сил не учитываем величину случайного эксцентриситета (п.4.2.6 [3]):

е01 = ест01 = 348 мм, е02 = ест02 = 235 мм.

5. Определение величин условных критических сил

а) первая комбинация усилий:



Эксцентриситет приложения длительной части нагрузки:



Моменты внешних сил относительно растянутой арматуры сечения:

- от действия всей нагрузки:



- от действия длительной части нагрузки



Коэффициент, учитывающий влияние длительного действия нагрузки на прогиб элемента:



Суммарный коэффициент армирования =0,004, исходя из



при гибкости  (табл. 5.2).

Жёсткость колонны:



Условная критическая сила:



б) вторая комбинация усилий:



Эксцентриситет приложения длительной части нагрузки:



Моменты внешних сил относительно растянутой арматуры сечения:

- от действия всей нагрузки:



- от действия длительной части нагрузки



Коэффициент, учитывающий влияние длительного действия нагрузки на прогиб элемента:



Жёсткость колонны:



Условная критическая сила:



6. Учет влияния прогиба и определение величин эксцентриситетов «е»

а) первая комбинация усилий:



Эксцентриситет приложения продольной силы относительно растянутой арматуры :



б) вторая комбинация усилий:





7. Определение площади сечения арматуры



Если



то формулах для расчёта арматуры вместо подставляют 0,4, а вместо  − 0,55.

а) первая комбинация усилий:

Площадь сечения сжатой арматуры:





Принимаем



Так как принятая площадь сечения сжатой арматуры



значительно превышает её значения, вычисленное по формуле:



то площадь сечения растянутой арматуры определяем по формуле (3.107 [4]):



б) вторая комбинация усилий:



Арматуру подбираем по большей из трёх площадей, полученных при расчёте по обеим комбинациям усилий для каждой из арматур.

Сжатую арматуру подбираем по



Растянутую арматуру - по



Принимаем сжатую арматуру на внешней стороне сечения А400 с



растянутую арматуру на внутренней стороне сечения А400 с



## 1.2.2 Проверка прочности колонны при съёме с опалубки, транспортировании и монтаже

Помимо расчета на эксплутационные усилия, колонны проверяются на прочность как изгибаемые элементы от действия усилий, возникающих при съеме их с опалубки после изготовления, а также транспортировании и монтаже. Нагрузкой здесь является собственный вес колонны с учетом коэффициентов динамичности: при транспортировании − 1,6, подъеме и монтаже − 1,4, с учетом коэффициента надежности по нагрузке γf=1,1 (п.1.9).

Отрыв и съем с опалубки, складывание и транспортирование колонн производятся обычно после достижения бетоном 70% проектной прочности, т.е. Rb0=0,7Rb. Строповка при съеме колонн, а также укладка их при складировании и транспортировании производятся в положении «плашмя» траверсой за две точки. При этом петли для съема с опалубки располагаются обычно на расстояниях: два метра от низа колонны и 0,4 метра выше верха консоли. В этих же местах располагаются и опоры колонн при их складировании и транспортировании. Для одинаковых расчетных схем колонн – съема с опалубки и транспортирования – более невыгодной при проверке прочности является последняя, так как коэффициент динамичности (кдин) здесь равен 1,6 вместо 1,4 для съема с опалубки. Монтаж колонн может выполняться сразу же после их изготовления и транспортирования. Поэтому здесь в расчет принимается прочность бетона, составляющая 70% от проектной прочности. Строповка при монтаже колонн осуществляется в положении «на ребро» за одну точку инвентарными приспособлениями вставляемое в отверстие, расположенное на расстоянии 600 мм от верха консоли.

1. При съёме с опалубки и транспортировании :
2. Нагрузка от веса колонны с учётом коэффициента динамичности





1. Изгибающие моменты в расчётных сечениях 1-1, 2-2, 3-3:



3). Проверка прочности колонны в расчётных сечениях:

а) сечение 1-1:



Несущую способность определяем как для балки с двойной симметричной арматурой без учёта работы сжатого бетона.



Следовательно, прочность колонны по сечению 1-1 обеспечена.

б) сечение 2-2:





Рисунок 1. Расчётная схема и эпюра моментов для крайней колонны при съеме с опалубки и транспортировании



Следовательно, прочность колонны по сечению 2-2 обеспечена.

б) сечение 3-3:

;

.

Следовательно, прочность колонны по сечению 3-3 обеспечена.

1. При монтаже:
2. Нагрузка от веса колонны с учётом коэффициента динамичности :



1. Изгибающие моменты в расчётных сечениях 1-1, 2-2, 3-3:



определяем на расстоянии Х от левой опоры:



1. Проверка прочности колонны в расчётных сечениях:

а) сечение 1-1:



Несущую способность определяем как для балки с двойной симметричной арматурой без учёта работы бетона. При этом полагаем, в запас прочности,



(по меньшей величине площади сечения арматуры с одной стороны)



Следовательно, прочность колонны по сечению 1-1 не обеспечена, поэтому увеличиваем количество арматуры с внешней стороны надкрановой части колонны и принимаем



Тогда:



Прочность колонны по сечению 1-1 обеспечена.

б) сечение 2-2:

Проверку несущей способности колонны в сечении 2-2 не производим, т.к. высота сечения здесь , что в 2,76 раза больше, чем в сечении 1-1, а величина момента больше всего в 1,32 раза. Поэтому прочность колонны по сечению 2-2 заведомо обеспечена.

в) сечение 3-3:





Следовательно, прочность колонны по сечению 3-3 обеспечена.



Рисунок 2. Расчётная схема и эпюра моментов для крайней колонны при монтаже

На основании выполненных расчётов колонны в стадии эксплуатации и проверки её несущей способности на усилия, возникающие при съёме опалубки, транспортировании и монтаже окончательно принимаем армирование крайней колонны :

- подкрановая часть: - с каждой стороны сечения;

- надкрановая часть: - с внутренней стороны сечения,

 - с внешней стороны сечения.



Рисунок 3. Армирование поперечных сечений крайней колонны

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СНиП 2.01.07-85\*. Нагрузки и воздействия [Текст]: утв. Госстроем России 29.05.2003: взамен СНиП II-6-74: дата введения 01.01.87. – М.: ГУП ЦПП, 2003. – 44 с.
2. СНиП 52-01-2003. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения [Текст]: утв. Государственным комитетом Российской Федерации по строительству и жилищно-коммунальному комплексу от 30.06.2003: взамен СНиП 2.03.01-84: дата введ. 01.03.2004. –М.: ГУП НИИЖБ, 2004. – 26
3. СП-52-101-2003. Бетонные и железобетонные конструкции без предварительного напряжения арматуры [Текст]: утв. Государственным комитетом Российской Федерации по строительству и жилищно-коммунальному комплексу от 30.06.2003: взамен СНиП 2.03.01-84: дата введ. 01.03.2004. – М.: ГУП НИИЖБ, 2004. – 55 с.
4. Пособие по проектированию бетонных и железобетонных конструкций из тяжёлого бетона без предварительного напряжения арматуры (к СП 52-101-2003) / ЦНИИПромзданий, НИИЖБ. – М.: ОАО ЦНИИПромзданий, 2005.
5. Руководство по расчёту статически неопределимых железобетонных конструкций [Текст]: Научно-исследовательский институт бетона и железобетона Госстроя СССР – М.: Стройиздат, 1975. – 192 с.
6. ГОСТ 23837-79. Здания промышленных предприятий одноэтажные. Габаритные схемы.
7. Справочник проектировщика. Типовые железобетонные конструкции зданий и сооружений для промышленного строительства. – М.: Стройиздат, 1981.
8. Шерешевский, И.А. Конструирование промышленных зданий и сооружений / И.А. Шерешевский. – Л.: Стройиздат, 1979.
9. Трепененков, Р.Н. Альбом чертежей конструкций и деталей промышленных зданий / Р.Н. Трепененков. – М.: Стройиздат, 1980.
10. Байков, В.Н. Железобетонные конструкции. Общий курс [Текст]: учеб. для вузов / В.Н. Байков, Э.Е. Сигалов. Изд. 5-е, перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1991. – 767 с.: ил.
11. Серия 1.424.1-5. Колонны железобетонные прямоугольного сечения для одноэтажных производственных зданий высотой 8,4-14,4 м. – М.: ЦИТП, 1985.
12. Серия 1.426.1-4. Балки подкрановые железобетонные под мостовые опорные краны общего назначения грузоподъемностью до 32 т. Вып. 1. – М.: ЦИТП, 1984.
13. Серия 1.412-1/77. Монолитные железобетонные фундаменты под типовые колонны прямоугольного сечения одноэтажных промышленных зданий. – М.: ЦИТП, 1978.
14. Вилков, К.И. Одноэтажная рама промздания в сборном железобетоне: учеб. пособие / К.И. Вилков, Н.И. Смолин. – Горький: ГИСИ, 1990.
15. Справочник проектировщика промышленных жилых и общественных зданий и сооружений. Расчетно-теоретический. Кн. 1. – М.: Стройиздат, 1972.
16. Улицкий, И.И. Железобетонные конструкции (расчет и конструирование) И.И. Улицкий и др. – Киев: «Будивельник», 1973.

Руководство по производству и применению